Geschichte der Chemie

Hermann Kopp

Digitized by Google

Chem.
74 nv
Kopp

Digitized by Google

<36601337370013

<36601337370013

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Geschichte der Chemie.

Zweiter Theil.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.

Digitized by Google

Digitized by Google

image
not
available

Geschichte der Chemie.

Von

Dr. Hermann Kopp,
außerordentlichem Professor der Physik und Chemie an der Universität Gießen.

Zweiter Theil.

Mit dem Bildnisse Berzelius'.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Inhaltsübersicht des zweiten Theils.

Seite

Ueber Namen, Begriff und Studium der Chemie . . 1
Ursprung des Namens Chemie 3
Begriff der Chemie; Definitionen von Suidas, Libavius, Lemery, Stahl, Boerhave u. A. 6
Studium der Chemie 8
Lehrbücher; Charakteristik der Compendien von Ripley, Agricola, Libavius, N. Lemery, Boerhave, Stahl u. A. 8
Lehrstühle der Chemie 18
Laboratorien 18
Chemische Operationen 19
Oefen, Lampen und andere Wärmevorrichtungen, Brennmaterial, Temperaturangabe 20
Schmelzen, Flußmittel, Calciniren, Krystallisiren, Sublimiren, Filtriren . . 25
Destillation 26
Material der Gefäße 28

Geschichte einzelner Zweige der Chemie.

Geschichte der analytischen Chemie 33

Einleitung 33
Analytische Operationen auf trocknem Wege 36
Erste Erkenntniß dieser Operationen 36
Entdeckung der Cupellation 37
Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten 39
Genauere Beschreibung der Cupellation durch Geber 40
Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus 41
Reinigung des Goldes durch Spießglanz 41
Agricola's Kenntnisse von Operationen auf trocknem Wege 42
Vorbereitung, Einführung und Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs 43

Analytische Operationen auf nassem Wege 50
Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege 50
Entdeckung der Reagentien 51
Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten 52
Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten 53
Agricola's Kenntnisse über Reagentien 54
Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert 54
Libavius' Methode, Mineralwasser zu analysiren 55

Digitized by Google

Seite
Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien; Tachenius, Boyle . . . 57
Untersuchung der Mineralwasser im 17. und 18. Jahrhundert . . . 60
Fortschritte der Analyse während des 18. und 19. Jahrhunderts . . . 63

Quantitative Analyse 68
Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse 68
Ausbildung der quantitativen Analyse; Zerlegungen von Bergman, Wenzel, Wiegleb, Lavoisier, Kirwan, Richter, Klaproth, V. Rose, Buchholz, Vauquelin, Proust u. A. 70

Geschichte der mineralogischen Chemie 79
Einleitung 79
Avicenna's Eintheilung der Mineralien 81
Agricola's Unterscheidung der Mineralien 81
Becher's Eintheilung der Mineralien 82
Entwicklung der krystallographischen Mineralogie 82
Linné's System der Mineralien 84
Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten; Bergman, Romé de l'Isle, Hauy 84
Consteds' System der Mineralien 87
Entwicklung der chemischen Mineralogie 87
Bergman's System der Mineralien 88
Hauy's System der Mineralien 89
Werner's System der Mineralien 90
Aufstellung rein chemischer Systeme 91
Berzelius' erstes Mineralsystem 91
Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus 92
Berzelius' zweites Mineralsystem 96
Aufstellung des rein naturhistorischen Systems 97
Moss' System der Mineralien 98
Aufstellung gemischter Systeme 99
Beudant's, L. Gmelin's, Naumann's System 99

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie . . . 103
Einleitung 103
Zustand der Pharmacie bei den Alten 104
Entstehung der Pharmacie 104
Erste Schriften über Arzneibereitung 104
Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch 105
Entstehung der Apotheken 105
Anleitungen zur Arzneibereitung 106
Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der Alchemie 106
Pharmaceutische Einrichtungen der Araber 106
Verbreitung der Pharmacie in Europa 107
Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch 110
Anleitungen zur Arzneibereitung 110
Vermehrter Gebrauch der chemischen Präparate als Heilmittel . . . 111
Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie 111
Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie 111
Verbreitung der Apotheken 112
Anleitungen zur Arzneibereitung 113
Entwicklung der pharmaceutischen Chemie seit dem Zeitalter der phlogistischen Theorie 115
Lehrbücher der pharmaceutischen Chemie 115
Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie 117

Digitized by Google

Seite

Entwicklung der angewandten Chemie 120
Einleitung 120
Ausbildung der Metallurgie, Färbekunst, Töpferkunst, Glasbereitung, fabrikmäßigen Gewinnung chemischer Präparate, Branntweinbrennerei, Agriculturchemie u. s. w.
Bei den Alten 121
Während des Zeitalters der Alchemie 124
Während des Zeitalters der medicinischen Chemie 126
Während des Zeitalters der phlogistischen Theorie 129
Während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen 132

Specielle Geschichte der Alchemie.

Einleitung 141

I. Ursprung der Alchemie und Verbreitung derselben bis 1700 144
Fabelhafter Ursprung der Alchemie 144
Hermes Trismegistus 145
Angebliches hohes Alter der Alchemie 148
Haben die Alten Alchemie getrieben? 150
Historisch nachweisbarer Ursprung der Alchemie 151
Der angebliche Democrit, Synesius, Zosimus u. A. 152
Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert 154
Verbreitung der Alchemie zu den Arabern 155
Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern 155
Verbreitung der Alchemie in dem 14. und 15. Jahrhundert 157
Zustand der Alchemie in dem 16. und 17. Jahrhundert 158

II. Alchemistische Ansichten über den Stein der Weisen 160
Namen und Begriff der Alchemie 160
Ansichten über den Stein der Weisen 161
Ueber seine Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit . . 161
Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen 162
Metallveredelnde Wirkung des Steins der Weisen 163
(Vervielfältigende Kraft desselben) 163
Beweise für die Metallverwandlung 164
Theoretische Beweise 165
Empirische Beweise 166
Historische Beweise 168
Alchemistische Münzen 171
Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung . . . 172
Alchemistisch erlangte Reichthümer 173
Gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen 175
Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen 178
Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen . . . 182

III. Stellung und Verhältnisse der Alchemisten . . 184
Stellung der Alchemisten 184
Alchemistische Gesellschaften 188
Die Rosenkreuzer 188
Die Nürnberger alchemistische Gesellschaft 190
Die Buccinatoren 190
Die hermetische Gesellschaft 191
Verbote der Alchemie 192
Patrone der Alchemie 193
Bestrafung entlarvter Betrüger 201

Digitized by Google

Seite

Behandlung anerkannter Adepten (Setonius, Sendivogius, Dubois, Böttticher, Seyfeld u. A.) 203
Schicksale der privatisirenden Alchemisten 213

IV. Ansichten über die Darstellung des Steins der Weisen 216
Die Darstellung des Steins der Weisen beruht auf Prädestination . . 216
Die Mittheilung derselben ist sündhaft 217
Reisen, Versprechungen, Zuziehung der Astrologie und Magie als Mittel, um sie kennen zu lernen 218
Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller 221
Darstellung des Steins der Weisen 224
Aufsuchung der Materia prima 225
In Metallen 227
Im Quecksilber 227
Im Vitriol 229
Im Salz 230
In der Luft 230
In der Erde 231
In vegetabilischen Stoffen 232
In thierischen Stoffen 233

Ansichten der Mystiker über Metallverwandlung 234

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen 240
Das Alkahest 240
Die Palingenesie 243
Der Homunculus 244

V. Verfall des Glaubens an Alchemie 246
Bekämpfung der Alchemie im 16. und 17. Jahrhundert 247
Aufdeckung alchemistischer Betrügereien 251
Letzte Vertheidigung der Alchemie 253
Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogistische Chemie 255
Die hermetische Gesellschaft 256
Alchemistischer Mysticismus in dem 19. Jahrhundert 259
Jetziger Stand der Alchemie 260

Geschichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenstände.

Einleitung 265

Ansichten über die Elemente 267
Aelteste Ansichten über die Elemente 267
Thales', Anaximenes', Heraklit's, Anaximander's, Anaxagoras', Aristoteles' Ansichten 268
Ansichten der Scholastiker 270
Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen 271
Geber's, Albertus Magnus', Raimund Lull's, Basilius Valentinus', Paracelsus', van Helmont's Ansichten 271
Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle 274
Kunkels', Becher's, M. Lemery's, Stahl's, Boerhave's Ansichten . . 277
Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. und 19. Jahrhundert 279
Winterl's vermeintliche Elemente 282
Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert 284

Digitized by Google

Seite

Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft 285
Einführung des Namens Verwandtschaft 286
Begriffsbestimmung der Verwandtschaft 288

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft 291
Aelteste Wahrnehmungen darüber 292
Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtschaft 293
Aufstellung der Verwandtschaftstafeln 295
St. F. Geoffroy's Verwandtschaftstafeln 296
Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft . . 297
Bergman's Verwandtschaftstafeln 300
Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft 302
Erkenntniß anderer Arten der Verwandtschaft 304
(Affinitas aggregatorum und mixtionis, affinitas appropriata, affinitas reciproca, affinitas producta, prädisponirende Wahlverwandtschaft.)

Theorien über die Ursache der Verwandtschaftserscheinungen 307
Aeltere Ansichten von Boyle, Becher, N. Lemery, Stahl, Newton, Boerhave, und Buffon 307
Bergman's, Kirwan's u. A. Ansichten 312
Berthollet's Lehre 317

Dynamische Ansichten . . . . . 32_4

Elektrochemismus und elektrochemische Verwandtschaftstheorien 328
Erkenntniß der Reibungselektricität 328
Erkenntniß ihrer chemischen Wirkungen 329
Erkenntniß der galvanischen Elektricität 329
Erkenntniß ihrer chemischen Wirkungen 330
Berzelius' und Hisinger's elektrochemische Arbeiten 331
H. Davy's elektrochemische Arbeiten 332
Elektrochemische Theorien von H. Davy 334
Von Schweigger 338
Von Berzelius 339

Erkenntniß des Begriffs: chemische Verbindung . . 342
Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen 342
(Geber's, van Helmont's, Glauber's, Boyle's, Boerhave's u. A. Kenntnisse und Ansichten darüber.)
Spätere Ansichten über die Verbindungen 349
Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen 351

Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze 353
Erste Erkenntniß bestimmter Zusammensetzungsverhältnisse 353
Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen 356
Richter's stöchiometrische Untersuchungen 359
(Erste Aequivalentgewichtstafel von Richter und Fischer 1810.)
Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse 367
Dalton's stöchiometrische Untersuchungen 370
(Atomgewichtstafeln von Dalton 1804 und 1808, Thomson 1810 und Wollaston 1814.)
Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase 377
Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen 379
(Atomgewichtstafeln von Berzelius 1815 und 1826.)

Atomistische Theorie 385
Ansichten der griechischen Philosophen 385

Digitized by Google

Seite
Des Cartes', Boyle's, Higgin's Ansichten 386
Dalton's atomistische Theorie 388
Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome 390

Untersuchungen über die Auflösungen 398

Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf d. Eigenschaften 402
Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen 402
(Cäsalpinus', Boyles', N. Lemery's, Gulielmini's, Haüy's u. A. Ansichten)
Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung . 405
Entdeckung des Isomorphismus 407
Entdeckung ungleicher Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung . . 409
Entdeckung des Dimorphismus 409
Entdeckung der Isomerie und Polymerie 410

Geschichte der chemischen Nomenclatur und Zeichenlehre . 412
Geschichte der chemischen Nomenclatur 412
Aelteste chemische Nomenclatur 412
Bergman's Nomenclatur 415
Guyton de Morveau's und Lavoisier's Nomenclatur 416
Widersprüche dagegen 419
Geschichte der chemischen Zeichen 421
Aelteste chemische Zeichen 421
St. F. Geoffroy's Zeichen 423
Bergman's Zeichen 423
Hassenfratz's und Adet's Zeichen 424
Dalton's Zeichen 425
Berzelius' Zeichen 426

Digitized by Google

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Digitized by Google

Digitized by Google

BAYERISCHE STAATS-

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Der historischen Darstellung einzelner Zweige der Chemie und einiger ihrer wichtigsten theoretischen Lehren, die in diesem Theile zu geben ist, wollen wir hier noch einige Specialitäten voranschicken, was den Namen, den Begriff und das Studium der Chemie angeht. Nach dem im I. Theile in Bezug hierauf allgemein Angeführten sind wohl einige genauere Nachweisungen darüber hier noch an der rechten Stelle, und sie können dazu beitragen, einen deutlicheren Begriff über die Auffassung und die Hülfsmittel unserer Wissenschaft in den verschiedenen Zeiten zu geben. Hinsichtlich des Studiums der Chemie will ich hier Einiges über die Art, wie man sie früher erlernte, mittheilen, und außerdem einige historische Notizen über die vorzüglichsten Hülfsmittel geben, deren richtige Benutzung die Scheidekunst wesentliche Fortschritte machen ließ.

Chemie. Namen.

Vor Allem haben wir hier die historischen Angaben herzusetzen, welche über die Entstehung des Namens unserer Wissenschaft vorliegen. Welche Bezeichnungen noch außerdem die Chemie in den früheren Zeiten geführt hat, findet besser bei der speciellen Geschichte der Alchemie seinen Platz; hier wollen wir uns über den Ursprung des Namens unterrichten, welcher unserer Wissenschaft noch jetzt beigelegt wird.

Vor dem 4. Jahrhundert waren die chemischen Thatsachen in keiner Weise zu einem Ganzen zusammengefaßt; es konnte somit auch kein gemeinsamer Name für ihre Kenntniß existiren. Mit dem 4ten Jahrhundert läßt das Bestreben, Gold und Silber zu machen, die verschiedenen Thatsachen zu Einem Ganzen vereinigen, und nun findet sich sogleich auch der Name Chemie.

Der älteste Schriftsteller, bei welchem sich dieser Ausdruck findet, ist

Digitized by Google

Chemie. Namen.

Julius Maternus Firmicus, der unter der Regierung Constantin's des Großen und seiner Söhne lebte (um 340 n. Chr.). Dieser schrieb eine Astronomie unter dem Titel Mathesis, worin er auch von dem Einfluß handelt, welchen der Stand des Mondes zu einem Planeten während der Stunde der Geburt eines Menschen auf die Neigungen desselben hat. Si fuerit haec domus (wo der Mond gerade steht) Mercurii, sagt er, dabit Astronomiam; si Veneris, cantilenas et laetitiam; si Martis, opus armorum et instrumentorum; si Jovis, divinum cultum scientiamque in lege; si Saturni, scientiam Alchemiae oder Chemiae, wie die verschiedenen Handschriften verschieden lesen.

Hier haben wir zuerst das Wort Chemia gebraucht, in einer Beziehung, welche wirklich das in sich schließt, was wir jetzt unter chemischer Kenntniß verstehen, obwohl der citirte Schriftsteller nicht selbst erläutert, was er unter Chemia versteht, sondern es als bekannt voraussetzt. In der speciellen Geschichte der Alchemie werden wir aber sehen, daß zu seiner Zeit bereits die Metallveredlung als etwas Mögliches betrachtet und als Chemie bezeichnet wurde.

Woher stammt nun der Name Chemie und was bedeutet er eigentlich? Sehr getheilt waren darüber von jeher die Ansichten, und dies wurde vorzüglich dadurch unterstützt, daß seit langer Zeit zwei Bezeichnungen, Chemie und Chymie, existiren, welche verschiedene Deutungen ihres Ursprungs zulassen.

Ich werde nachher den Beweis zu führen suchen, daß der Ausdruck Chemia der ältere, Chymia der jüngere ist. Die Abstammung des ersteren Worts wird mit dem meisten Recht darauf bezogen, daß es den Ursprung der Kunst angebe, welcher es den Namen giebt.

Im höchsten Grade wahrscheinlich ist es, daß der erste Versuch, die chemischen Thatsachen zur Lösung Einer Aufgabe zusammenzufassen, in Aegypten gemacht wurde. Wahrscheinlichkeit hat es auch, daß die Kunst, welche aus diesem Versuche hervorging, nach dem Lande benannt wurde, von wo sie ausging. Sicher ist wenigstens, daß der Namen, womit am frühesten die alchemistischen Bestrebungen bezeichnet wurden, identisch ist mit dem alten Namen Aegyptens, mit welchem dann die Priester dieses Landes ihre geheimnißvolle Naturlehre belegten. Nach Plutarch's (um 100 n. Chr.) Zeugniß hieß früher Aegypten *Χημία*; nach Zosimus (um 400) wurde die ganze geheime Wissenschaft, welche den Menschen durch Mittheil-

Digitized by Google

lung höherer Wesen zukam, worunter auch die Kunst, Gold und Silber zu machen, χημᾶ genannt. Chemie. Namen.

Griechische Schriftsteller sind es überhaupt, welche zuerst diesen Ausdruck in der Bedeutung für scheidekünstlerische Kenntnisse brauchen; und es entscheidet dies, welche von beiden Schreibarten, χημία oder χυμία, die ältere ist, welche die später erst entstandene, und für welche also eine Deutung versucht werden muß.

Bei den meisten dieser Schriftsteller wird stets der Ausdruck χημία gebraucht. Zosimus braucht ihn öfters; auch bewahrt man Handschriften eines besondern von ihm verfaßten Werkes, das den Titel führt: περὶ τῆς χημείας. Die folgenden Griechen brauchen auch stets den Ausdruck χημεία, nicht χυμεία; häufig indeß wurde diese Bezeichnung gerade nicht gebraucht, die anderen Namen für Alchemie, ἅγια τέχνη (heilige Kunst), χρυσοποιΐα (Goldmacherkunst), waren die gebräuchlicheren.

Alle griechischen Schriftsteller in Einer Reihenfolge also haben den Ausdruck χημία oder χημεία; diese wußten sicher am besten, wie der Ausdruck zu schreiben war, und wir haben in dieser Form, nicht in χυμία, die Deutung zu suchen. Die natürlichste scheint mir die, welche bereits die Alten uns angezeigt haben, nämlich unter χημία die Kunst des Landes Χημία, die ägyptische Kunst, zu verstehen.

In späterer Zeit wird die Zusammenfassung scheidekünstlerischer Kenntnisse nicht mehr als Chemia, sondern als Chymia bezeichnet. Dies hat Einige veranlaßt, die eigentliche Bedeutung des Namens unserer Wissenschaft in anderer Weise zu erklären.

So leitete man ihn von χυμός, Flüssigkeit, Saft, ab und glaubte damit die Kunst bezeichnet, mit Auflösungen zu experimentiren. Dieses Wort hat gleichen Stamm mit χέω, ausgießen, auch flüssig machen, schmelzen. Man glaubte darin die ersten chemischen Operationen sehen zu müssen, und behauptete, χυμεία oder χυμία sei die älteste Form des Namens unserer Wissenschaft.

Es erklärt sich aber nicht daraus, weßhalb alle Griechen, wo von alchemistischen Bestrebungen die Rede ist, den Ausdruck χημεία brauchen, es erklärt sich nicht der Uebergang von χυμεία in χημεία. Das Umgekehrte läßt sich aber leicht erklären.

Man hat zur Stütze jener Ansicht Eine Stelle aus einem der früheren griechischen Schriftsteller herbeigezogen. Alexander von Aphrodisia in

Digitized by Google

Chemie. Namen.

Carien (der zu Ende des 2. und im Anfange des 3. Jahrhunderts n. Chr. lebte), ein berühmter Commentator des Aristoteles, handelt, wo er von dem Schmelzen der Metalle spricht, auch besonders διὰ χυικῶν ὀργάνων, über Geräthschaften zum Schmelzen. So lange aber nicht nachgewiesen wird, daß diese Stelle (das Werk ist in der Originalsprache nur handschriftlich vorhanden) wirklich über alchemistische Bestrebungen spricht, und nicht nur über das Schmelzen an und für sich, beweis't diese Stelle nichts.

Andererseits läßt es sich ungezwungen einsehen, wie aus χημεία die Schreibweise χυμεία werden konnte. Die Araber nahmen von den Alexandrinern mit der Richtung, an der Metallveredlung zu arbeiten, auch die Bezeichnung dafür auf; sie setzten dem Worte ihren Artikel vor; aus Chemie wurde Alchemie.

Nach dem größten Theile von Europa kam die Alchemie durch Ueberlieferung von den Arabern her. Es ist bekannt, daß in dieser Sprache die Vocale nicht durch Buchstaben, sondern nur durch Punkte, oft gar nicht, bezeichnet werden. Die Abendländer hatten somit gerade so viel Ursache, aus den arabischen Schriften Alchemie als Alchymie herauszulesen.

Das Letztere zu thun, von der alten richtigen Schreibart zu einer falschen Sprechweise und dadurch wieder zu einer falschen Schreibart überzugehen, bot sich weiter noch Anlaß durch die Art, wie die Griechen das η damals aussprachen, als das Studium alchemistischer Werke allgemeiner und in lateinischer Sprache über diesen Gegenstand geschrieben wurde. Die lateinischen Schriftsteller schrieben dann so, wie sie die Griechen das geschriebene χημία lesen hörten; von den neueren Griechen wird dies Chimia ausgesprochen.

So Vieles über den Namen Chemie. Wir übergehen die Menge von Deutungen, welche die Alchemisten in dem Namen ihrer Kunst gesucht haben; des Quercetanus Behauptung, daß er aus ἅλς und χημεία zusammengesetzt sei, weil in den Salzen das große Geheimniß der Metallveredlung stecke, wie die Träumereien Anderer, daß er von Cham oder Chanaan, dem Erfinder der Kunst, komme, lehren uns nichts Bemerkenswerthes.

Begriff.

Ueber den Begriff der Chemie dürften indeß hier noch einige Angaben von Interesse sein.

Es wäre ermüdend, alle die Definitionen aufzunehmen, welche aus der

Digitized by Google

Zeit, wo die Chemie falschen Zwecken nachstrebte, auf uns gekommen sind. Für das Zeitalter der Alchemie ist die Begriffsbestimmung die bündigste, welche Suidas (um 1100) in seinem Lexicon giebt: χημεία· ἡ τοῦ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ κατασκευή — Chemie: die (künstliche) Zubereitung oder Darstellung von Silber und Gold. Hier tritt der Unterschied zwischen synthetischer und analytischer Chemie noch nicht hervor, obgleich man schon in diesem Zeitalter die Chemie nach diesen beiden Richtungen als spagirische Kunst (vergl. in der speciellen Geschichte der Alchemie ihre verschiedenen Namen) bezeichnete. Chemie. Begriff.

In dem Zeitalter der medicinischen Chemie sind die Definitionen für Chemie weniger scharf, eine nothwendige Folge der Verschmelzung der Chemie mit der Medicin, bei welcher die erstere nicht selbstständig erfaßt werden konnte. Aus dieser Zeit führe ich hier nur die Begriffsbestimmung an, welche Libavius in seiner Alchemia giebt, weil dieses Werk überhaupt für die richtige Behandlung der Chemie so viel genützt hat. Alchemia, sagt er, est ars perficiendi magisteria (chemische Präparate) et essentias puras e mistis, separato corpore, extrahendi. Hier haben wir schon die Unterscheidung in synthetische und analytische Chemie angedeutet.

Als eine besondere Unterabtheilung der Alchymie betrachtet Libavius die Chymie (siehe unten bei den Lehrbüchern) und bezeichnet die letztere als die Lehre de speciebus Chymicis (chemisch eigenthümlichen Substanzen) conficiendis, als den hauptsächlichsten Theil der Alchymie also.

Wie aber die Chemie damals noch von Vielen aufgefaßt wurde und welchen wissenschaftlichen Werth man ihren Operationen beilegte, zeigt nichts besser, als was der gelehrte Pariser Professor Riolanus in der Anklageschrift gegen die medicinische Chemie ausspricht, auf welche hin die Pariser Facultät (1603) das Verbot der Anwendung chemischer Präparate als Arzneien um so strenger aufrecht hielt. Die Motive der Verdammung sind hier sehr zahlreich, wir heben nur den Punkt hervor: Alchymia non est ars: quia universa consistit in praeparatione remediorum. Gegen einen solchen Beweis läßt sich nichts einwenden, und Riolan hätte nicht nöthig gehabt, des Weitern noch zu zeigen, daß die ganze Chemie, und die medicinische namentlich, eine Erfindung des Teufels sei.

Gehen wir von diesen falschen Auffassungen der Chemie über zu den richtigeren Begriffsbestimmungen, welche sich von der Mitte des 17. Jahrhunderts an finden. Lemery definirt in seinem Cours de Chymie fol-

Digitized by Google

Chemie. Begriff.

gendermaßen: La chymie est un art, qui enseigne à séparer les différentes substances qui se rencontrent dans un mixte, betrachtet also die Chemie als Scheidekunst im engeren Sinne. Stahl (nach seinen Fundamenta Chymiae dogmaticae et experimentalis) erklärt sie als die Kunst, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder hervorzubringen. Weitschweifig ist Boerhave's Definition (in den Elementa Chemiae): Chemia est ars docens exercere certas physicas operationes, quibus corpora sensibus patula, vel patefacienda, vasis capienda, mutentur, per propria instrumenta: ut definiti, et singulares, quidem effectus producti innotescant, horumque causae ipsa per effecta pateant; in varios diversarum artium usus.

So sprach sich schon damals die Ansicht über den Zweck der Chemie aus, die sich seit der Mitte des 17. Jahrhunderts nicht wesentlich geändert hat; und alle Angaben der Späteren gehen auf denselben Sinn hinaus, wenn sie auch im Wortlaut stark von einander abweichen. So findet man bei Bergman die Chemie definirt als die Wissenschaft, welche die Bestandtheile der Körper untersucht, mit Rücksicht auf ihre Natur, ihre Verhältnisse und die Art, wie sie verbunden sind; bei Macquer als die Wissenschaft, die uns mit der Natur und den Eigenschaften aller Körper durch die Zerlegung und Verbindung derselben (Analyse und Synthese) bekannt macht. Solche Definitionen kommen den heutigen so nahe, daß wir von noch neueren keine mehr anzuführen brauchen.

Studium.

Gehen wir nun zu der Beantwortung der Frage über: in welcher Weise konnte man in den verschiedenen Zeiten sich die so verschiedenartig aufgefaßte Chemie zu eigen machen? wie wechselt namentlich die Einrichtung der chemischen Lehrbücher in den verschiedenen Perioden unserer Wissenschaft?

Lehrbücher der Chemie.

Die Werke, welche während des Zeitalters der Alchemie als die Quellen angesehen werden können, aus welchen die Wißbegierigen der damaligen Zeit sich chemische Kenntnisse erwerben konnten, gestatten meist keine Berichterstattung über die Art ihrer Anordnung. Ihr Charakter ist von dem eines Lehrbuchs weit entfernt; viele davon, und die besten, sind monographisch gehalten, aber in den größeren Schriften wird nur selten ein chemischer Gegenstand in einer gewissen Vollständigkeit zusammenhängend abge-

Digitized by Google

handelt, ſondern die Notizen darüber werden ganz zerſtreut mitgetheilt; ſehr wenige nur laſſen ſich entfernt mit unſeren jetzigen Compendien vergleichen, und für eins derſelben mögen einige Angaben hier ihre Stelle finden. Chemie. Lehrbücher.

Als eins der ſchulgerechter und in beſſerer Ordnung als alle übrigen Schriften dieſes Zeitalters abgefaßten Werke können wir des G. Ripley um 1471 geſchriebenes Compound of Alchymie betrachten. Die ganze chemiſche Wiſſenſchaft zerfällt nach ihm in zwölf Abſchnitte, die er ſonſt auch noch die zwölf Thore nennt, durch welche man Zutritt zu dem Geheimniß der Metallveredlung erhält (dieſe Abtheilung nach der Zahl zwölf war damals beliebt; Baſilius Valentinus theilt ſeinen Tractat von dem großen Stein der uralten Weiſen, an das Gleichniß des Ripley erinnernd, in zwölf Schlüſſel). Dieſe zwölf Abſchnitte lernen wir genügend aus der Vorrede kennen, wie ſie Ripley ſelbſt ſeinem Compendium vorgeſetzt hat. Ripley.

But into Chapters thys Treatis I shall devyde,
In numbre twelve, with dew recapytulatyon;
Superfluous rehearsalls I lay asyde,
Intendyng only to give trew informatyon
Both of the theoryke and practycall operatyon:
That by my wrytyng who so wyll guyded be,
Of hys intente perfyctly speed shall he.

The fyrst chapter shall be of natural Calcination;
The second of Dyssolution, secret and phylosophycall;
The third of our elementall Separation;
The fourth of Conjunction matrimonial;
The fyfth of Putrefaction then followe shall:
Of Congelation Albyficative shall be the sixt,
Then of Cybation, the seaventh shall follow next.

The secret of our Sublymation the eyght shall show;
The nynth shall be of Fermentatyon;
The tenth of our Exaltation I trow.
The elevent of our mervelose Multiplycatyon,
The twelfth of Projećtion; then Recapitulatyon,
And so this treatise shall take an end,
By the help of God, as I entend.

Digitized by Google

Chemie. Geschichte. Namen.

Thus here the Tract of Alchemie doth end;
Which tract was by George Ripley, Chanon, penn'd.
It was composed, writt and signed his owne,
In anno twice seaven hundred seaventy-one.
Reader, assist him, make it thy desire,
That after life he may have gentle fire! — AMEN.

Gehen wir weiter vorwärts, so finden wir in dem Zeitalter der medicinischen Chemie schon bessere Schriften, wodurch die Erwerbung chemischer Kenntnisse möglich gemacht war. So weit diese auf metallurgische Agricola. Processe gehen, boten Agricola's Libri XII de re metallica (1546) gute Anleitung. Die Anlage dieses Werkes ist folgende: In den ersten sechs Büchern berichtet er über den Bergbau und das Schmelzwesen im Allgemeinen, die späteren erst haben für die chemische Metallurgie Interesse. Hier handelt er im siebenten Buche über die Probirkunst, über die dazu nöthigen Geräthschaften, die nöthige Vorbereitung der Erze, die zu wählenden Flüsse und endlich über die Prüfung der Erze (auf trocknem Wege), je nach den verschiedenen Metallen, deren Gehalt im Erz man bestimmen will. Im achten Buch wird die Zubereitung der Erze gelehrt, wo für die Chemie die Beschreibung des Röstens wie auch des Schwefelabtreibens von Interesse ist; im neunten werden die Schmelzöfen beschrieben und die Gewinnung des Quecksilbers, Antimons und Wismuths aus ihren Erzen; im zehnten wird die Scheidung der edlen Metalle von einander gelehrt; im elften das Aussaigern der edlen Metalle durch Blei und die Garmachung des Kupfers; im zwölften endlich die Bereitung der im Großen darzustellenden Salze, die Reinigung des Schwefels und die Glasbereitung (vergl. I., 105 f.).

Auch die Darstellung chemischer Präparate für die Pharmacie wurde damals durch die Abfassung von Pharmacopöen erleichtert, und diese Werke hauptsächlich waren damals die pharmaceutisch-chemischen Lehrbücher. Des Valerius Cordus Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), welches auf Verlangen des Nürnberger Raths abgefaßt worden war, stand in dieser Beziehung lange in Ansehen, obgleich verhältnißmäßig nur wenig chemische Präparate darin angeführt waren, da Cordus die einfachen Galenischen Mittel vorzog.

Beeilen wir uns aber, zu dem ersten Werke überzugehen, welches wirk-

Digitized by Google

lich als Lehrbuch der gesammten Chemie seiner Zeit gelten konnte. Es ist dies des Libavius Alchymia (1595); ihre Einrichtung ist folgende:

Chemie. Lehrbücher. Libavius.

Seine Alchemie zerfällt in zwei Theile; der erste, die Encheria (ἐγχείρησις, die manuelle Behandlungsweise), beschreibt die chemischen Operationen im Allgemeinen, welche zur Ausführung der chemischen Aufgaben nöthig sind; der zweite, die Chymia, soll lehren, die chemisch eigenthümlichen Substanzen darzustellen.

Die Encheria zerfällt wieder in die Ergalia, die Lehre von den chemischen Geräthschaften, und in die Pyronomia, die Lehre von der Anwendung und der Regulirung des Feuers.

Auf diese beiden Lehren gestützt, führt die Encheria ihre Operationen aus. Diese Operationen theilen sich in die Elaboratio, das ist die Veränderung der Materie in ihrer äußeren Gestalt (durch die Auflösung, die Schmelzung, die Präcipitation, Destillation u. s. w.) und in die Exaltatio, welche Libavius als die Beilegung höherer Wirksamkeit an eine Substanz definirt, und in eine Maturatio und eine Gradatio zerfallen läßt.

Eine Menge Unterabtheilungen kommen hier noch vor; bei der Besprechung aller dieser Operationen macht er den Leser mit den chemischen Geräthschaften und Handgriffen vertraut; dann geht er zum II. Theil über.

Hier, in der Chymia, lehrt er die species chymicas darstellen; und da diese einfache oder zusammengesetzte sein können, so giebt dies den Grund zur Unterabtheilung des II. Theils. Die einfachen Species zerfallen in Magisterien und Extracte; er bespricht die Bereitung der Magisterien, wo er z. B. die Darstellung von trinkbarem Gold, Silber und anderen Metallen (Auflösungen derselben), von den pulverförmigen Magisterien (Metalle fein zu zertheilen), von den Präcipitaten, von den Metallkalken u. s. w. lehrt. Er unterscheidet noch viele Arten von Magisterien in Hinsicht ihrer Wirkung, in Hinsicht auf den Geruch, Geschmack u. s. w.; ich kann sie hier nicht alle anführen.

Die Lehre von den Extracten faßt in sich die Darstellung der Essenzen, Säfte, Arcana, der sog. (officinellen) Wasser, der Alkalien, Krystalle, Vitriole, der Turpethe u. s. w.

Die zusammengesetzten Species sind die Elixire (dahin gehört z. B. Terpenthinöl, worin Schwefel gelöst ist, und überhaupt die aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzten chemischen Arzneien) und die mehrfachen Arten von Clyssus[1]),

[1]) Die Bedeutung des Wortes Clyssus ist sehr unbestimmt. Libavius' Ansicht

Digitized by Google

Chemie. Lehrbücher. Libavius.

welche er definirt, als Zusammensetzungen verschiedener Arten derselben Substanz.

Das Vorstehende zeigt, daß Libavius nur praktische Chemie in seinem Lehrbuche behandelt; theoretische Betrachtungen finden sich nicht darin. Ein systematisches Ganzes sucht er herzustellen durch die Classification der Operationen, in der Weise, wie es der obige Ueberblick einigermaßen kennen lehrt.

Die Lehrbücher, welche zunächst als die besten betrachtet wurden, waren Beguin's [1]) Tirocinium chemicum (1608), was aber vorzugsweise die medicinische Chemie enthält, dann Le Fèvre's [2]) Traité de chymie (1660), der besonders der Ausbreitung der Chemie genützt hat, Glaser's [3]) gleichnamige Schrift (1663), und Ettmüller's [4]) Chemia experimentalis atque rationalis curiosa (1684). Alle diese übertraf N. Lemery's

---

darüber geht dahin, daß er z. B. Wein und Weinstein als verschiedene Arten derselben Substanz betrachtet, aber auch das Laugensalz aus dem Weinstein. Löst man dieses Laugensalz in Wein, so ist die Verbindung ein Clyssus. Ebenso die Mischung von Wein mit Essig, der aus Wein entstanden ist, u. a. — Später versteht man unter Clyssus etwas ganz Anderes, nämlich die Dünste, welche bei Verpuffung einer Substanz aufsteigen und sich sammeln lassen; unter Salpeterclyssus das flüchtige Product, welches bei Verpuffung des Salpeters mit Kohle erhalten werden soll, unter Schwefelclyssus das der Verpuffung des Schwefels mit Salpeter u. s. w. In Bezug hierauf erklärt man auch die Etymologie des Wortes, und leitet es von κλύζειν, plätschern, ein Geräusch machen, ab.

[1]) Johann Beguin, Almosenier Ludwig's des XIII. von Frankreich, beschäftigte sich viel mit Chemie und Bergbauwissenschaft; um die letztere zu studiren, durchreisete er Italien, Deutschland und Ungarn. Näheres über seine Lebensverhältnisse ist nicht bekannt.

[2]) Nicolas Lefebvre oder Le Fèvre, wie er verschiedenartig geschrieben wird, war auf der protestantischen Akademie zu Sedan gebildet. Er wurde Demonstrateur an dem Jardin des Plantes, welche Stelle er bis 1664 ungefähr bekleidete, zu welcher Zeit er einem Rufe nach London folgte.

[3]) Christoph Glaser, aus Basel gebürtig, wurde 1664 an Lefebvre's Stelle als Demonstrateur der Chemie am Jardin des Plantes berufen; er war außerdem noch Apotheker des Königs. Er wurde in den Brinvilliers'schen Proceß mit hineingezogen, verlor dadurch seine Stelle und verließ Frankreich.

[4]) Michael Ettmüller war geboren zu Leipzig 1644; er studirte hier Medicin und durchreisete dann Italien, Frankreich und England. Nach seiner Rückkehr wurde er Professor der Medicin an der Leipziger Universität. Er starb 1715.

Digitized by Google

Chemie. Lehrbücher. Lemery.

Cours de Chymie (1675), welchem man so viel Autorität beilegte, daß wir hier einen Augenblick dabei verweilen müssen.

Dieses Werk zerfällt, nach einer Einleitung, worin über die chemischen Grundstoffe im Allgemeinen (vergl. Elemente) und über die Geräthschaften, Manipulationen und Kunstausdrücke gehandelt wird, in drei Theile.

I. Theil. Von den mineralischen Stoffen. Beschreibung der Metalle, ihrer Darstellung, und der Bereitung der Präparate, welche sich aus ihnen hervorbringen lassen; in derselben Weise handelt er noch über den Kalk, den Kiesel, den Blutstein, die Korallen, das Kochsalz, den Salpeter, den Salmiak, den Vitriol, den Alaun, den Schwefel, den Bernstein und den Amber.

II. Theil. Von den vegetabilischen Stoffen. Es werden die officinellen Präparate aus den verschiedenen Pflanzen abgehandelt, ebenso spricht er hier über den Wein und Weingeist, den Essig, den Weinstein und die Kalisalze.

III. Theil. Von den animalischen Stoffen. Hier ist nur die Rede von den Vipern und ihrer Destillation, vom Urinsalz, vom Honig und vom Wachs.

Lemery giebt für verschiedene Operationen schon theoretische Erklärungen; in der Geschichte der Lehre von der Verwandtschaft werde ich darüber berichten.

Ein anderes Lehrbuch, welches damals noch viele Leser und vielen Beifall fand, war Barner's [1]) Chymia philosophica (1689); es war dies ganz im Geist der iatrochemischen Theorie geschrieben und alle Erklärungen auf den Gegensatz der Säuren und Alkalien gegründet; doch suchte es die Chemie als eine Wissenschaft, nicht bloß als eine Kunst, hinzustellen und verdient deßhalb hier Erwähnung. Noch viele solcher Compendien ließen sich hier namhaft machen, wir gehen indeß gleich über zu der Betrachtung derjenigen Werke, welche im Anfang des 18. Jahrhunderts vorzugsweise Anleitung zum Studium der Chemie abgaben, und zwar wollen wir hier zuerst Boerhave's Elementa Chemiae genauer besprechen,

[1]) Jacob Barner, geboren zu Elbing 1641, studirte zu Leipzig die Heilkunde. Er wurde Physikus in seiner Vaterstadt, später Leibarzt des Königs von Polen, und starb 1709.

Digitized by Google

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

sodann über die Einrichtung der Lehrbücher nach Stahl's Ansichten berichten.

Der Inhalt von Boerhave's Elementa Chemiae (1732) ist so umfassend, daß nur verhältnißmäßig kurze Andeutungen über denselben mir hier gestattet sind. — Das Werk zerfällt in zwei Theile; der erste enthält die Theoria artis, der zweite die Operationes artis.

In der theoretischen Chemie bespricht Boerhave zuerst den Zweck des Gegenstandes; er will aus guten Beobachtungen allgemeine Wahrheiten ableiten, welche die einzelnen Erscheinungen in sich fassen. Sodann giebt er einen Ueberblick über die Geschichte der Wissenschaft.

Dann wendet er sich zu der Ausführung seines Vorsatzes, und macht hier zuerst mit den Substanzen vertraut, welche für die chemischen Untersuchungen in Betracht kommen. Er theilt sie wieder in mineralische, vegetabilische und animalische, und geht sie rasch durch, die ersteren am weitläufigsten, und zwar nach folgender Ordnung: die Metalle, die Salze, den Schwefel, die Steine, die Halbmetalle. Dann spricht er von dem Nutzen der Chemie für die Medicin und für die Künste. Jetzt kommt die eigentliche theoretische Chemie; zuerst seine klassische Zusammenstellung über das Feuer (die Wärmelehre). Er berichtet über die Wirkungen des Feuers oder vielmehr über die Erscheinungen, welche seine Wirksamkeit erkennen lassen, und nennt als solche: Wärme, Licht, Farbe, Ausdehnung, Veränderung der Materie (Verbrennung oder Schmelzung). Er geht diese verschiedenen Erscheinungen durch, und erläutert sie durch zweckmäßige Versuche; die Lehre von der Ausdehnung ist namentlich vortrefflich dargestellt, der Gebrauch des Thermometers darin erläutert und seine Wichtigkeit für die Chemie gezeigt. Dann handelt er über die Entstehung der Wärme durch Reibung, Stoß, durch die Sonnenstrahlen. Er kommt nun auf den Nahrungsstoff des Feuers (die Verbrennlichkeit im Allgemeinen). Die Erzeugung von Wärme bespricht er weiter, insofern sie durch Mischung von Flüssigkeiten hervorgebracht wird; er zeigt zugleich, daß durch Auflösung der Salze in Wasser Kälte entsteht. Weiter wird von den Körpern gehandelt, welche durch bloße Berührung mit der Luft Wärme entwickeln, wie der Phosphor und der Pyrophor. Endlich noch von der Einwirkung des Feuers, sofern es zersetzt und verbindet. In einem andern Abschnitt handelt er die Lehre von der Luft ab, die Eigenschaften dieses Körpers, die Beimengungen (Wasser, Wolken, Dünste), die Entstehung von Luft (hier Gas überhaupt) durch Gäh-

Digitized by Google

Chemie. Lehrbücher. Boerhaav.

rung, Fäulniß, chemische Einwirkung verschiedener Substanzen auf einander, das Vorhandensein von Luft in Flüssigkeiten und ihre Austreibung durch Sieden, durch Gefrieren oder durch Auflösen von Salzen. Der nächste Abschnitt bringt die Lehre vom Wasser, seinen physikalischen Eigenschaften, seiner auflösenden Kraft, seiner Anwesenheit in den verschiedenartigsten Substanzen, welche namentlich durch die Verbrennung erkannt werde. Es folgt der Abschnitt über die Erde; in ähnlicher Weise bearbeitet, aber weniger richtige Resultate zum Vorschein bringend. Nun aber kommt die wichtigste chemische Theorie, das Kapitel über die Auflösungsmittel (Menstrua), unter welchem er die Lehre von der Verwandtschaft begreift. Menstruum nennt er nämlich jeden Körper, der auf einen andern chemische Verwandtschaft ausüben, ihn in chemische Verbindung bringen kann; es giebt also feste wie auch flüssige Menstrua. Er bespricht die Art ihrer Wirkung auf einander, daß sie den beiden sich vereinigenden Körpern gemeinsam zusteht, durch Wärme angeregt wird u. s. w., daß in der chemischen Verbindung die Bestandtheile ungeändert bleiben. Er unterscheidet die mechanische Zertheilung eines Körpers von der chemischen, welche er bei dem Eingehen in eine Verbindung erleidet, und giebt die Erklärung der Verwandtschaftserscheinungen, eine nur mechanisch wirkende Ursache als ungenügend ansehend. Dann geht er die einzelnen Substanzen durch und bespricht ihre Verwandtschaft zu anderen; hier giebt er die theoretische Chemie für die einzelnen Substanzen, die wichtigsten nach ihren Eigenschaften charakterisirend und vorzüglich hervorhebend, inwiefern sie sich mit anderen zu vereinigen vermögen. — Ein Abschnitt über die chemischen Geräthschaften macht den Schluß des theoretischen Theils seines Lehrbuchs.

Der II. Theil enthält die chemischen Operationen; er stellt diese besonders zusammen, um nicht in der theoretischen Chemie durch Anführung aller der Processe, welche ein Chemiker kennen muß, den Ueberblick zu verlieren. Viele chemische, viele pharmaceutische Processe (227 in Allem) sind hier genau beschrieben, und zugleich die Eigenschaften und die Anwendung der Präparate angeführt.

Bei dieser Zusammenstellung konnte es natürlich für uns nur Zweck sein, über die Art der Anordnung, nicht über die Reichhaltigkeit des Inhalts, einen Begriff zu geben. Die Trennung der theoretischen Chemie von der Beschreibung der Operationen, in welch letzteren z. B. noch für Libavius die ganze Wissenschaft bestanden hatte, wird von den chemischen Schriftstellern

Digitized by Google

Chemie. Lehrbücher. Stahl.

zu Boerhave's Zeit allgemein fast schon angenommen. Stahl befolgt in seinen Vorlesungen eine gleiche Eintheilung; wir wollen seine Art, die Wissenschaft vorzutragen, aus einer schnellen Analyse der Fundamenta Chemiae dogmaticae et rationalis kennen lernen.

Bei seiner Eintheilung in theoretische und praktische Chemie haben wir hier nur den Gang zu betrachten, den er für die Entwicklung der ersteren einschlägt.

Nach der Definition der Chemie kommt die Unterscheidung von Elementen und Verbindungen, dann eine Betrachtung über die Verschiedenheit der chemischen Operationen, je nachdem sie zerstören oder schaffen, und die Beschreibung des chemischen Apparates.

Er lehrt nun die wichtigsten chemischen Substanzen kennen, und beginnt mit den Salzen; diesen fügt er bei, als zusammengesetztere, den Zucker, Weinstein, Kalk u. s. w. — Dann geht er über zum Schwefel, Zinnober, Antimon, den Harzen und Oelen. Es folgt die Beschreibung der Metalle. Hiermit schließt sich der erste Abschnitt; anhangsweise spricht er von dem Mercur (im alchemistischen Sinne genommen), dem Steine der Weisen und der Universalmedicin.

Im zweiten Abschnitte wird über den Unterschied der festen und flüssigen Körper gehandelt, über Auflösung und Verbindung, über die Wirkungen der Wärme, Sieden, Verflüchtigen, Schmelzen, Verkalken und Verbrennen u. s. w. Dann nochmals über die Salze, in Rücksicht auf ihre Entstehung und Verwandlung, über den Schwefel und die Verbrennlichkeit, über die Natur des Phosphors, der Metalle und Mineralien. Für alle Körper giebt er hier Definitionen (die Säuren sind unter den Salzen abgehandelt). Weiter wird die Reduction der Metallkalke gelehrt. — Sodann handelt er über Feuer, Wasser, Luft und Erde als chemische Agentien, und bringt nochmals verschiedene schon früher berührte Gegenstände zur Sprache.

Im dritten Abschnitt handelt er die Lehre von der Gährung, die Lehre von den Salzen und die Lehre von der Verbrennung vollständiger ab; in der letzteren wird die Phlogistontheorie entwickelt.

Das hier Mitgetheilte genügt, um in diesem Werk eine weit ungenügendere Anordnung zu erkennen, als welche Boerhave seinem Lehrbuche zum Grunde gelegt hatte. Freilich sind auch die Fundamenta, so wenig als irgend ein anderes unter Stahl's Namen erschienenes vollständigeres Compendium, von ihm selbst für den Druck ausgearbeitet worden; doch aber

Digitized by Google

Chemie. Lehrbücher.

ſtützt es ſich auf ſeine Vorleſungen, und galt ſeiner Zeit für eins der vorzüglichſten Hülfsmittel der Wiſſenſchaft, weßhalb wir es hier beſprechen mußten.

Stahl's Schüler ſuchten die Theorie ihres Lehrers in mehr Verband noch mit den Einzelnheiten der Chemie zu bringen, beſonders auch eine beſſere Ordnung in ihren Lehrbüchern zu wahren, und die theoretiſchen Anſichten nicht mehr an Einem Orte nur vorzutragen, ſondern die ſich darauf gründenden Erklärungen überall einzuſtreuen. Bei der großen Zahl von Lehrbüchern, welche übrigens damals herausgegeben wurden, läßt ſich hier auf eine ſpeciellere Darlegung ihres Inhalts nicht mehr eingehen. Im Allgemeinen nur mag bemerkt werden, daß die fortgeſetzten Arbeiten über die Affinität, und namentlich die bald folgenden Unterſuchungen Bergman's, dem allgemeinen Theile der theoretiſchen Chemie die Geſtaltung ungefähr gaben, welche ſich ſeitdem erhalten hat; die Trennung der Chemie in die der mineralogiſchen Subſtanzen einerſeits und die der vegetabiliſchen und animaliſchen andrerſeits wurde ſpäter in der Unterſcheidung der organiſchen und unorganiſchen Chemie feſter beſtimmt (vergl. die ſpecielle Geſchichte der organiſchen Chemie).

Mit der Anerkennung der antiphlogiſtiſchen Theorie wurde auch die Ordnung, in welcher die Lehrbücher unſerer Wiſſenſchaft geſchrieben waren, eine andere. Die vorzüglicheren Lehrbücher der antiphlogiſtiſchen Chemie aus der früheren Zeit befolgen ungefähr die Ordnung, daß ſie nach einer Einleitung, welche die Affinitätserſcheinungen vorläufig kennen lehrt, die einfachen Stoffe zuerſt vornehmen, und die Verbindungen dieſer unter einander, alſo namentlich den Verkalkungs- und Verbrennungsproceß, erörtern. Mehrere trennten von den einfachen Stoffen als unzerlegte die Laugenſalze, Erden und Metalle, und handelten dieſe beſonders ab. Dann kam die Chemie der zuſammengeſetzteren Stoffe an die Reihe, die Salze, die organiſchen Subſtanzen; und ein Ueberblick über die chemiſchen Operationen und Geräthſchaften ſchloß das Ganze. So war die Anordnung vieler Lehrbücher aus dem letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts, welchen Lavoiſier's Éléments de Chimie als Vorbild dienten.

Viele der wichtigeren Lehrbücher aus der letzten Zeit der Phlogiſtontheorie und aus unſerem Zeitalter habe ich bereits in dem I. Theile bei den Schriften der dort beſprochenen Chemiker angeführt. Eine vollſtändigere Ueberſicht hier zu geben, ſcheint mir wenig gerathen; die bloße Aufzählung

Digitized by Google

der Titel liegt nicht im Plane dieser Geschichte, und ein genaueres Eingehen in ihren Inhalt wird um so schwieriger, je verschiedenere Ansichten über die Klassification durch die immer sich mehrende Menge der Thatsachen und Kenntnisse veranlaßt worden sind. Einen Begriff über die Lehrbücher der Chemie in der älteren Zeit zu geben, und nur für so lange, bis sich ihre Anordnung der heutigen einigermaßen anschließt, war allein der Zweck dieser Zusammenstellung.

Lehrstühle der Chemie.

In welcher Weise die Chemie früher gelernt wurde, läßt sich aus dem Vorhergehenden schon einigermaßen ersehen. Als Lehrgegenstand der Universitäten wurde sie erst während des Zeitalters der medicinischen Chemie behandelt, und die Professoren der Medicin trugen sie als einen Theil ihrer Wissenschaft vor. Doch wurden die chemischen Lehren noch längere Zeit nur mit den medicinischen gemischt dargestellt; Johann Hartmann (geboren 1568 zu Amberg, gestorben 1631 zu Marburg) trug zuerst die Chemie speciell an der Hochschule zu Marburg vor; an anderen Universitäten geschah dies bald auch, in Jena z. B. wurde 1629 erster Professor der Chemie Werner Rolfink, einer der frühesten Widersacher der Alchemie. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts wurde auch der Lehrstuhl der Chemie an dem Jardin des plantes zu Paris gegründet, und diese Wissenschaft ihrem theoretischen und experimentalen Theile nach behandelt, indem ein Professeur die Theorie vortrug, worauf ein besonderer Demonstrateur die Ausprüche des ersteren durch Versuche erläuterte. Wilhelm Davisson, ein schottischer Arzt, wurde als erster Professor der Chemie an diese Anstalt berufen.

Laboratorien.

Nachdem man einmal angefangen hatte, die Chemie als einen besonderen Lehrgegenstand auf Universitäten zu behandeln, sah man bald auch die Nothwendigkeit ein, praktische Uebungen damit zu verknüpfen und öffentliche Laboratorien zu errichten. In dem 16. Jahrhunderte noch existirten nur Laboratorien zu alchemistischen Zwecken, und größere wurden zu diesem Ende von Fürsten unterhalten; diese Anstalten wurden in Deutschland von dem Volke (so namentlich in Dresden) als Goldhäuser benannt. Ueber ihre beste Einrichtung machte am Ende des 16. Jahrhunderts Libavius Vorschläge; in den Commentarien zu seiner Alchemie giebt er Bauriße zu einem so großartigen Laboratorium, wie wohl nie ein solches wirklich aus-

Digitized by Google

geführt worden ist; nicht allein die Bedürfnisse für chemische Arbeiten sind vorgesehen, sondern auch die Befriedigung sonstiger Genüsse ist in seinem Vorschlage bedacht. Da fehlen nicht Gartenanlagen, nicht Säulengänge zum Spazierengehen bei schlechtem Wetter, nicht Bäder. Nicht vergessen ist die cella vinaria, cujus spiracula meridionalia maxima ex parte debent esse clausa, wie Libavius vorsichtig bemerkt. Aber es dauerte noch lange, bis man an die Construction größerer Laboratorien dachte. Erst gegen das Ende des 17. Jahrhunderts wurden öffentliche Laboratorien als Hülfsmittel des akademischen Unterrichts eröffnet; das erste Institut dieser Art leitete Professor Hofmann [1]) zu Altorf; es war 1683 durch den Rath zu Nürnberg gegründet worden. — Damals schon waren die Laboratorien großer Autoritäten zugleich auch die Schule weiterstrebender Chemiker; in Boyle's Laboratorium z. B. bildeten Homberg und Fr. Hoffmann ihre chemischen Kenntnisse weiter aus. — Zu den ersten Laboratorien als Staatsanstalten gehörte auch das zu Stockholm, gleichfalls 1683 durch Karl XI. gegründet, der darin auf Kosten der Staatskasse und zunächst für das Bergcollegium chemische Versuche anstellen ließ; Urban Hiärne [2]) war der erste Vorsteher dieser Anstalt. Laboratorien.

Nach dieser Uebersicht des Begriffs der Chemie und der Art, wie sie gelehrt wurde, wollen wir jetzt zu der geschichtlichen Betrachtung der einzelnen Operationen übergehen, da einige kurze Notizen über ihre erste Ausführung in einer solchen Zusammenstellung vielleicht nicht ohne Interesse sind. Chemische Operationen.

Die ältesten chemischen Operationen sind ohne Zweifel diejenigen, welche auf der Einwirkung höherer Temperatur beruhen. Der Schmelzproceß gehört hierher, und er machte wohl zuerst künstliche Vorrichtungen nöthig, welche zur Construction chemischer Geräthschaften überhaupt leiteten. Das Feuer war es auch, in welchem die meisten Chemiker bis vor wenigen Jahrhunderten das hauptsächlichste chemische Agens sahen. Wärmeapplication.

[1]) Johann Moritz Hofmann war 1621 zu Fürstenwalde in Brandenburg geboren, bezog 1638 die Universität Altorf, 1641 die zu Padua, wo er 1645 Professor der Medicin wurde; nach Altorf 1648 zurückberufen, starb er daselbst 1698.

[2]) Urban Hiärne war 1641 in Ingermannland geboren; er studirte zu Upsala Medicin und bildete sich dann durch Reisen in England und Frankreich weiter aus. Nach seiner Zurückkunft nach Schweden wurde er zum Leibarzt des Königs ernannt. Er starb zu Stockholm 1724.

Digitized by Google

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

Um die Hitze zweckmäßig auf einen Körper einwirken zu lassen, bediente man sich sehr frühe schon der Oefen. Moses (um 1500 v. Chr.) erwähnt der Eisenschmelzöfen; Ziegelöfen werden in den Büchern des alten Testaments häufig genannt [1]). Plinius, im 1. Jahrh. nach Chr., spricht schon von der großen Verschiedenheit der zu metallurgischen Zwecken dienenden Oefen, ohne indeß auf ihre Beschreibung näher einzugehen; an dem Schmelzofen (κάμινος der Griechen, fornax der Lateiner) unterscheidet er kunstgemäß die Seiten (latera), das Innere (camera) und die Mündung (os).

Ueber die Fortschritte, welche den Hülfsmitteln zur Wärmeapplication bei den Alexandrinern zu Theil wurden, haben wir keine genauere Nachricht. Die Araber wandten aber viel Fleiß darauf, und beschrieben ihre Einrichtungen deutlich. Geber, in seinem Werk de fornacibus construendis, unterscheidet und beschreibt die Oefen zum Calciniren, zum Destilliren und zum Schmelzen.

Die Abendländer übernahmen (im 13. Jahrh.) von den Arabern mit den chemischen Kenntnissen auch besondere Vorliebe für pyrochemische Versuche, und suchten namentlich die Oefen zu verbessern. Bei ihnen findet sich zuerst der Athanor in allgemeinerem Gebrauch (von ἀθάνατος, unsterblich, ewig, immerwährend), dessen Brennmaterial sich immer wieder von selbst aus einem größeren Vorrathe ersetzt, und der für die langwierigen alchemistischen Operationen besonderen Werth hatte. Der Name kommt schon bei Albucases vor; Raymund Lull beschrieb ihn genau; ein besonderer Lobpreiser des Instruments war später Paracelsus.

Unter ihren Nachfolgern (im 15. Jahrh.) erwähnen wir Thomas Norton's, dessen Wahlspruch Totum consistit in ignis regimine damals allgemeine Beistimmung fand. Er sucht auch zur Regulirung des Feuers besondere Oefen zu construiren, und spricht viel von seinen wichtigen Erfin-

---

[1]) Bei mehreren Schriftstellern findet man die Angabe, L. A. Seneca (im 90. Briefe) spreche von dem Democrit von Abdera als dem Erfinder des Reverberirofens. Am angeführten Orte finde ich nur Folgendes, was zu jener Aussage Anlaß gegeben haben kann: Democritus, inquit (Posidonius), invenisse dicitur fornicem, ut lapidum curvatura paulatim inclinatorum medio saxo adligaretur (daß eine Krümmung wenig geneigter Steine durch einen Mittelstein festgehalten wird). Hier ist aber keine Rede von einem Reverberirofen. Sollte man fornix, das Gewölbe, mit fornax, der Ofen, verwechselt haben?

Digitized by Google

dungen: von einem Ofen, worin man sechzig Operationen bei gleicher Hitze auf einmal ausführen könne (mag der erste Galeerenofen gewesen sein), von einem andern, an dessen verschiedenen Orten die Hitze verschieden sei, und endlich von einem Registerofen, wo die Regulirung der Wärme durch Schieber in dem Schornsteine bewirkt worden zu sein scheint. Chemische Operationen. Wärmeapplication.

In dem 16. Jahrhundert machte sich vorzüglich Agricola um die bessere Einrichtung der Oefen verdient, namentlich der zu metallurgischen und dokymastischen Versuchen dienenden. Für andere chemische Operationen verbesserte im folgenden Jahrhundert Glauber die früheren Einrichtungen; seine Furni novi philosophici behandeln namentlich solche Vorrichtungen, wie sie für die Destillation am zweckmäßigsten sind. Die Versuche auf trocknem Wege waren aber immer noch die vorzüglich gewählten (ein Chemiker jener Zeit nannte sich im höheren Styl nur philosophum per ignem), und Glaser's (1663) für sein Lehrbuch gewähltes Motto: Sine igni nihil operamur, die Meinung aller seiner Zeitgenossen. Unter diesen zeichnete sich auch hierin Becher aus, und beförderte namentlich die Einrichtung tragbarer Oefen, die bis dahin wenig, oder nur geringe Hitze gebend, angewandt worden waren. Einen solchen Ofen, — welcher zum Destilliren (für feinere Operationen mittelst des Aufsatzes eines Wasserbades von einer Construction, die an den Beindorff'schen Apparat erinnert), zu gewöhnlichen Glühversuchen, und zur Hervorbringung der stärksten Hitze mittelst eines vorgelegten Gebläses dienen kann, — beschreibt er in seinem Laboratorium portatile (in dem überhaupt Alles, was damals für ein Laboratorium für nöthig erachtet wurde, mit solcher Genauigkeit verzeichnet ist, daß selbst Pes leporinus pro verrendis pulveribus, Mantile et Praecinctorium, Supparus vel Perizoma lineum und Tobaccus, Pipae et candela in Erinnerung gebracht werden). Diese tragbaren Oefen noch mehr zu verbessern, um die Hitze darin noch weiter treiben zu können, suchte vorzüglich Pott (um 1750); auch der Schwede von Engeström brachte (1772) noch Verbesserungen an, und trug dazu bei, die tragbaren Oefen in allgemeineren Gebrauch zu bringen.

Die neueren Angaben für die Construction von Oefen brauchen wir hier nicht aufzuzählen; gegen 1800 hatten diese Geräthschaften schon eine der jetzigen ziemlich nahekommende Gestalt.

Wir müssen hier auch Einiges über das Brennmaterial anführen, dessen man sich zu den verschiedenen Zeiten bediente. Schon Theophrast

Digitized by Google

Chemische Operationen. Wärmeapplikation.

(im 4. Jahrh. v. Chr.) erwähnt der Steinkohlen und daß sie zu denselben Zwecken wie die Holzkohlen dienen können; er berichtet auch, daß die ersteren seiner Zeit bereits in den Schmelzereien und bei den Schmieden in häufigem Gebrauch waren. Geber heizte viel mit Holz und schreibt zur Erlangung starker Hitze hartes, zur Erlangung schwacher Hitze weiches Holz vor. — Mit Torf heizten die Einwohner Flanderns schon im 14. Jahrhundert; für die Laboratorien empfahl dieses Brennmaterial Boyle, besonders für Destillationen, und suchte auch den Steinkohlen in diesen Anstalten mehr Eingang zu verschaffen. Seiner Zeit wurden diese zu ähnlichen Zwecken nur von den Scheidewasserfabrikanten angewandt, allein Boyle fand sie auch für andere Operationen brauchbar, namentlich wenn sie vorher schon einmal gebrannt (in Coaks verwandelt) seien.

Die bloße Anwendung der chemischen Oefen gewährte indeß nicht hinlängliche Mittel, um für jede Operation den angemessenen Wärmegrad zu erhalten. Für sehr hohe Temperaturen benutzte man bald die Einrichtungen anderer Gewerbe; Kunkel wandte die Hitze des Glasofens zu chemischen Operationen manchmal an, der Franzose Darcet (1766) die des Porzellanofens, um viele Substanzen dem stärksten Feuer auszusetzen. Aber auch für die sichere Anwendung gelinderer Temperatur hatte man schon früher Hülfsmittel erfunden und sie allmälig weiter ausgebildet. Ueber die wichtigsten davon wollen wir Einiges berichten.

Geber bereits wandte das Wasserbad an, Albertus Magnus und alle Folgenden bedienten sich desselben gleichfalls; es trug bei den Abendländern die Bezeichnung balneum Mariae. Geber bediente sich auch eines Aschenbades, ganz so, wie man bald darauf das Sandbad anwandte; Paracelsus glaubte besondere Vorzüge in einem Bade von Eisenfeilen zu finden. Er nahm auch zuerst das Dampfbad in Gebrauch, das nachher, besonders auf des Italieners Johann Costäus (um 1600) Empfehlung, zur Destillation der feineren aromatischen Wässer gewöhnlich angewandt wurde.

Die so erzeugte Wärme war indeß den Alchemisten oft noch nicht schwach genug. Schon Geber setzte deßhalb, um die Auflösung durch gelinde Wärme zu befördern, das Gefäß in Mist; besonders häufig aber wandte das Roßmistbad Raymund Lull an, und vermehrte die durch die Gährung jener Substanz entstehende Wärme durch einen Zusatz von Kalk; er wandte auch Bäder von gährenden Weintrestern, von Lohe und ähnli-

Digitized by Google

chen Subſtanzen an. Raymund Lull's Autorität brachte das Miſtbad bei den Abendländern in beſondern Credit; der Erſte, welcher wirkſam gegen dieſe Unreinlichkeit eiferte, war Baſilius Valentinus. Dieſer verwirft in der „Wiederholung vom großen Stein ꝛc.“ die guten Wärmeapplicationen mit den ſchlechten: „Lampenfeuer mit spiritu vini iſt nichts nütze, denn eine überſchwengliche Unkoſt würde dadurch gewirkt; Roßmiſt aber iſt ein Verderb, und kann damit die Materia durch keine vollkommene Gradus abſolvirt werden.“

Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

Aus dieſer Stelle erſieht man, daß der Gebrauch der Spirituslampen im 15. Jahrhundert bereits verſucht war. Allein erſt in dem 17. Jahrhundert fanden ſie für genauere wiſſenſchaftliche Forſchungen Anwendung; Boyle empfahl ſie in ſeinem tractatus de infido experimentorum successu, und verſicherte, der Weingeiſt gebe eine ſtärkere Lampenhitze als Oel; eine Spirituslampe wandte er auch bei den Verſuchen an, wo er Blei ſchmolz und verkalkte, und die Abſorption der Luft dabei nachwies. In dem folgenden Jahrhundert nahm der Gebrauch der Lampen noch mehr zu; doch wandte man jetzt häufig Oellampen an und verband mehrere zu einem beſonderen Apparat, dem Lampenofen. Einen ſolchen beſchrieb z. B. Baumé 1773 in ſeiner Chymie experimentale et raisonnée, einen andern Göttling 1794, und dieſe Einrichtungen kamen namentlich bei den Dilettanten in der Chemie viel in Gebrauch. Vorzüglich wichtig wurde für die chemiſchen Unterſuchungen der Gebrauch der Lampe, als Argand (1783) ſeine bekannten Verbeſſerungen daran angebracht hatte; Guyton Morveau conſtruirte (1798) eine chemiſche Lampe nach dieſem Princip, welche ihrer Zeit für die Chemiker das war, was uns jetzt die Berzelius'ſche Spirituslampe.

Um möglichſt ſtarke Hitzegrade hervorzubringen, verſuchten die Chemiker der verſchiedenen Zeitalter ſehr verſchiedene Mittel. So wandte ſchon Paracelſus Brennſpiegel und Sammelgläſer an, um das Verhalten der Körper in ſehr hoher Temperatur zu unterſuchen, und dieſe Inſtrumente waren lange Zeit für ſolchen Zweck die wirkſamſten Mittel. So erkannte man mittelſt derſelben am Ende des 17. Jahrhunderts die Verbrennlichkeit des Diamants. Im Anfange des folgenden wurden damit noch zahlreichere Verſuche zur Erweiterung der chemiſchen Kenntniſſe angeſtellt, bald nachher, als Tſchirnhauſen Brenngläſer von bis dahin unbekannter Wirkſamkeit conſtruirt hatte. Homberg 1702, St. F. Geoffroy 1709 waren in

Digitized by Google

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

solchen Untersuchungen besonders thätig. Noch 1774 war der höchste Hitzegrad nur mittelst großer Brenngläser zu erhalten, und mit einem verbesserten Apparate der Art operirte damals in Paris eine Commission, bei welcher sich auch Macquer und Lavoisier befanden. Bald indeß trat ein neues Hülfsmittel an die Stelle dieser Werkzeuge; Priestley hatte 1774 gleich bei der Entdeckung des Sauerstoffgases die ungemeine Fähigkeit desselben, die Verbrennung zu unterhalten, dazu angewandt, um starke Hitze damit hervorzubringen. Er leitete das Gas auf eine glühende Kohle, welche den zu erhitzenden Körper trug; dieselbe Vorrichtung wandte Lavoisier 1782 an, und untersuchte die Schmelzung und Veränderung vieler bis dahin als durch Feuer unzerstörbar betrachteter Körper. Noch größere Hitze erlangte Marcet 1813, indem er einen Strom von Sauerstoffgas auf die Flamme einer Weingeistlampe richtete. Eine noch stärkere Hitze fand man in der Verbrennung von Wasserstoff durch Sauerstoff; der älteste Apparat dafür wurde durch Hare (1801) angegeben, er ließ die beiden Gase erst im Moment der Verbrennung zusammentreten; eine Vorrichtung, um die beiden Gase zusammen zu comprimiren und das ausströmende Gemisch zu entzünden, construirte zuerst Newmann 1816.

Soviel über die verschiedenen Vorrichtungen zur Wärmeapplication. Ihre Leistungen bestimmte man in den verschiedenen Zeitaltern sehr verschieden. Geber unterscheidet für die höheren Temperaturen drei Grade, und bestimmt diese nach der Dicke des Ofens, in welchem sich um so stärkere Hitze hervorbringen lasse, je dicker seine Wände seien. So unbestimmt blieb die Temperaturangabe lange. Noch Libavius unterscheidet vier Wärmegrade in der Art, daß der erste der Hand noch nicht weh thun soll, der zweite soll der Hand weh thun, aber sie noch nicht verletzen, der dritte Grad ist die Temperatur des glühenden Eisens, der vierte der, welchen man überhaupt noch hervorbringen kann. Größere Genauigkeit brachte erst Boerhave in die Temperaturbestimmung der Chemiker, indem er die Unentbehrlichkeit des Thermometers bei chemischen Untersuchungen nachwies. In seinem Lehrbuche der Chemie finden sich zuerst genauere Temperaturangaben für Siede- und Schmelzpunkte u. s. w.; er drückte sie in Fahrenheit'schen Graden aus (Thermometer in der jetzigen Gestalt, mit einer Flüssigkeit gefüllt, construirten zuerst die Mitglieder der Academia del Cimento um die Mitte des 17. Jahrhunderts, um 1714 wandte Fahrenheit das Quecksilber zum Füllen derselben an). Sechs Grade der Wärme

nahm er für chemiſche Operationen an; der erſte begreift die Temperaturen, innerhalb welcher die Pflanzen Lebenskraft zeigen, von 0° Fahrenheit bis 80°, der zweite die, wo Thiere leben, von 40° bis 94°, der dritte von da bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers (212°), der vierte bis 600°, wo Vitriolöl und Queckſilber kochen, der fünfte Grad die höheren Temperaturen, welche durch Verbrennung hervorgebracht werden, der ſechste endlich die ſtärkſte Hitze, welche die Brenngläſer ergeben. Immer mehr aber kamen ſolche Eintheilungen außer Gebrauch, und die Angabe nach Thermometergraden führte ſich ſeit Boerhave allmälig ein. Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

Die verſchiedenen Manipulationen, welche man mit Hülfe dieſer Einrichtungen vornahm, können unmöglich hier alle ausführlicher hiſtoriſch erörtert werden. Das Schmelzen mag die älteſte derartige Operation ſein; beſondere Gefäße dazu aber erſannen erſt die Alchemiſten. Bei Plinius und Dioscorides werden Gefäße zu dieſem Zwecke nur allgemein als Geſchirr (mit denſelben Worten wie für Kochgeſchirr) bezeichnet; Geber bediente ſich beſonderer Schmelztiegel; Glauber rühmt ſchon die Almeroder als die beſten. Um das Calciniren der Metalle bei dem Schmelzen zu verhüten, überdeckte ſie ſchon Geber mit Glas oder Borax (wenn anders die lateiniſchen Ueberſetzungen ſich des letztern Namens mit Recht bedienen); über die anderen Flußmittel werde ich bei der ſpeciellen Betrachtung der ſie conſtituirenden Subſtanzen berichten. — Das Calciniren war eine ſchon im Alterthum oft angewandte Operation, die theils nebenbei ausgeführt wurde (in den Cypriſchen Kupferwerkſtätten erhielt man z. B. durch Glühen des Kupfers das Oxyd deſſelben), theils zur Darſtellung techniſcher Fabrikate (wie bei dem Bleioxyd und der Mennige), theils zur Arzneibereitung (wie bei dem Zink). Oftere Erneuerung der Oberfläche bei geſchmolzenem Metall, durch Umrühren, war bereits als die Calcination befördernd erkannt. Soviel lehren uns die Nachrichten von Plinius und Dioscorides. Auch ſpäter noch war die Calcination das vorzüglichſte Mittel, um Metalloxyde darzuſtellen; für Geber war dieſe Operation ſo wichtig, daß er einen beſonderen Ofen zu dieſem Zwecke baute; auch Flüſſigkeiten, wie Queckſilber, calcinirte er. Die Calcination als chemiſche Vorbereitung der Erze wurde erſt ſpäter eingeführt; Agricola giebt zuerſt genaue Nachricht davon. — Die Kryſtalliſation mußte früh bekannt ſein; zur Reinigung chemiſcher Präparate wandte ſie zuerſt Geber an, der z. B. mit ihrer Hülfe das Kochſalz reinigte; Schmelzen. Flußmittel. Calciniren. Kryſtalliſiren.

Digitized by Google

Chemische Operationen.

Basilius Valentinus wandte dasselbe Mittel zur Darstellung eines reinen Kupfervitriols an, und es blieb beständig in häufigem Gebrauch. —

Sublimiren.

Hinsichtlich der Sublimation vergleiche man die sogleich folgenden Angaben über die Destillation; Geber bediente sich bereits der Sublimation zur Darstellung und Reinigung von Präparaten, z. B. für den Queckſilbersublimat, er schrieb auch die Anwendung von Aludeln für diese Operation vor, und die unvollkommenste Art derselben, Substanzen in die Kohlen des Ofens zu legen und den Sublimat in dem Schornstein aufzufangen, wurde noch lange

Filtriren.

als die Geber'sche bezeichnet. — Das Filtriren endlich, dessen wir hier auch gedenken wollen, war lange bekannt und mannichfach abgeändert, bis die Chemiker es als ein vorzügliches Hülfsmittel zur Trennung annahmen. Zu Aristoteles' Zeiten schon kannte man die Filtration des Meerwassers durch Thon, um ihm die salzartigen Bestandtheile zu entreißen; die Filtration aber als chemische Verrichtung beschrieb Geber zuerst genauer, und bezeichnete sie mit einem besonderen Namen (destillatio per filtrum, abtröpfeln lassen durch ein Filter, im Gegensatz zu dem Abziehen der Flüssigkeit mittelst der gewöhnlichen Destillation, ist der Ausdruck dafür in den Uebersetzungen).

Ich verschiebe die Angaben über Cupelliren bis zur Geschichte der analytischen Chemie und der Berichterstattung über die Reinigungsmethoden der edlen Metalle, und wir wenden uns zur Betrachtung, wie sich die ohne

Destilliren.

Zweifel wichtigste chemische Operation, die Destillation, ausgebildet hat.

Die Destillation entstand aus der Benutzung der Wahrnehmung, daß der niedergeschlagene Dampf von Flüssigkeiten frei von den fixen Bestandtheilen der letzteren ist. So spricht schon Aristoteles davon, daß das Meerwasser durch Verdampfung trinkbar (frei von Salz) wird.

Ein Gefäß, worin man die Flüssigkeit verdampfte, ein Körper, an welchem sich die Dämpfe condensiren konnten, bildeten also die ersten Einrichtung der Destillation. Solche Einrichtungen finden wir auch schon bei den Alten. So war der Destillationsapparat beschaffen, von welchem Dioscorides berichtet; man erhitzte in einem irdenen Topfe Zinnober mit Eisen; man hatte einen Deckel (ἄμβικα) aufgesetzt, an welchen sich das freiwerdende Queckſilber ansetzte. (Dieser Deckel, ἄμβιξ, wurde von den Arabern später in eine bessere Form gebracht, der Name aber mit dem arabischen Artikel, Alambik oder Alembik, später für den Destillationsapparat überhaupt gebraucht.) So war auch die von Plinius beschriebene Destillationsgeräthschaft eingerichtet, in welcher man aus Terpenthinharz das Oel

Digitized by Google

gewann; das Harz wurde in einem Topfe erhitzt, über dessen Oeffnung Wolle ausgebreitet war, in welcher sich die Dämpfe condensirten. Noch im 3. Jahrhundert beschreibt Alexander von Aphrodisia einen solchen Apparat: Meerwasser wird trinkbar gemacht durch Erhitzen in Gefäßen, an deren Deckel sich reines Wasser niederschlägt. Chemische Operationen. Destilliren.

Ein Jahrhundert später ist schon die Einrichtung getroffen, daß die Dämpfe in einem geschlossenen Raume niedergeschlagen werden. Derartige Vorrichtungen hatten die Alten schon gehabt, nur nicht auf die feuchte Destillation angewandt; das Zinkoxyd bereiteten sie nämlich, indem sie Messing oder Zinkerze in einem Ofen verbrennen ließen, dessen Rauchfang sogleich zu einem gewölbten Gemache erweitert war, wo sich das Oxyd dann absetzte. — Die nächste Verbesserung der Destillation war also, zwei Gefäße anzuwenden, eins für das Verdampfen, das andere für das Condensiren. Solche Apparate finden sich zuerst bei den Alexandrinern des 4. Jahrhunderts beschrieben. Synesius und Zosimus beschreiben Destillationsapparate, welche den heutigen sehr ähnlich sind. Auf einem Glaskolben oder einem topfähnlichen Gefäße ruht ein Helm, von welchem aus eine oder mehrere Röhren in Recipienten ausmünden. Helm und Blase waren damals immer noch getrennt. Derselben Geräthschaften bedienten sich die Araber und später die Abendländer (vergl. unten bei »Material der Gefäße«); erst die Letzteren fingen an, Blase und Helm in Einem Stück zu machen, aus dem älteren Destillirapparate die Retorte zu construiren. Dies zeigt auch schon der Name an, der lateinischen Ursprungs ist, während die meisten anderen Kunstausdrücke für Geräthschaften von den Arabern übernommen wurden (Retorta, sc. ampulla, ein [über dem Bauch] umgebogener Kolben). Die ersten tubulirten Retorten finde ich bei Basilius Valentinus erwähnt, wenigstens scheint diese Einrichtung damals ganz neu gewesen zu sein, da sie weitläufiger beschrieben [1]) und durch eine Abbildung ver-

[1]) So z. B. im vierten Buche des letzten Testaments, wo er vom Sulphure Solis handelt: »Weil ich versprochen, nichts zu verschweigen, und dann dieses zugleich mitunter gehört, will ich's erklären. Merke, daß du nehmest eine gute steinerne Retortam, so beschlagen und die Spiritus wohl halte, und nicht durchschlage, auch in der Gestalt, wie eine andere gemeine Retorta zu sein pfleget, ausgenommen, daß sie am obern Theil des Rückens noch eine Röhr habe, gleich über sich in die Höhe geführet, einen guten halben Spannen lang, und in der Weite, daß du ungefähr zween Finger darein stoßen kannst.«

Digitized by Google

Chemische Operationen. Destilliren.

deutlicht, auch von ihm selbst zu seinen Geheimnissen gerechnet wird. Derselbe trug auch zuerst für eine vollkommenere Abkühlung Sorge, die bis dahin sehr vernachlässigt worden war; erst Raymund Lull hatte angerathen, den Recipienten in kaltes Wasser zu legen; Basilius Valentinus erfand das Kühlfaß, und versah es mit einem Hahn, um darin immer das heiße Wasser durch kaltes ersetzen zu können.

Kitt, Beschlag.

Um die Gefäße während der Operationen besser in einander schließen zu lassen, wandte man früh schon die Verkittung an. Nach Dioscorides wird bei der von ihm beschriebenen Destillation des Quecksilbers der Deckel auf den Topf mit Thon aufgekittet. Albucases verband die Vorlage mit dem Helme durch Umbinden mit leinenen Tüchern. Complicirtere Vorschriften kommen bei den abendländischen Alchemisten vor; Albertus Magnus wandte verschiedene Arten von Kitt an, aus Kreide, Mehl und Eiweiß (Eiweiß und Kalk wurden nach Plinius schon bei den Römern zum Zusammenkitten der Gläser gebraucht) oder aus Thon, Kalk, Pferdemist und Salzwasser, oder aus Thon, Asche, Salz und Harn; Raymund Lull verband die Fugen der Gefäße durch Leinwand, worauf Mehl, mit Eiweiß angerührt, gestrichen war; die Glaskolben beschlug er mit Lehm, unter welchen Haare gemischt waren.

Wir haben jetzt die Einführung der verschiedenen chemischen Operationen kennen gelernt; es ist noch nöthig, Einiges über das Material der Gefäße zu sagen, dessen sich die Chemiker der verschiedenen Zeiten bedienten.

Material der Gefäße.

Irdenes Geschirr war das älteste Material, und lange Zeit am häufigsten angewandt. Synesius und Zosimus schreiben aber bereits gläserne Helme zu ihren Destillationsapparaten vor. Geber empfahl vor allem gläserne Gefäße, als diejenigen, welche am wenigsten porös seien und zudem nicht von den chemischen Stoffen angegriffen werden; die metallenen Gefäße verwarf er aus dem letzteren Grunde. Albucases destillirte aus einer Blase von Metall; der Helm und die Vorlage waren von Glas oder glasirter Töpferwaare. Auch Arnoldus Villanovanus destillirte in glasirten irdenen Gefäßen mit einem Glashelme; er warnte, wie auch Albertus Magnus, besonders vor kupfernen Geräthschaften, welche die Präparate mit grüner Farbe verunreinigen. Basilius Valentinus rühmt als vorzüglich zum chemischen Gebrauche geeignet die Töpferwaaren aus Waldenburg (in Sachsen), die er sehr feuerfest und dicht fand. Der

Digitized by Google

häufigeren Anwendung von Glasgefäßen ſtand immer noch die unvollkommene Technik in der Glasblaſekunſt entgegen; die Alchemiſten nahmen überdies die gläſernen Phiolen gern ſo dick wie möglich, und ſie zeigten ſich deßhalb ſo zerbrechlich, daß ihr Gebrauch eingeſchränkt blieb. Im 16. Jahrhundert erhoben ſich wieder viele Stimmen gegen die Anwendung von metallenen Gefäßen zu pharmaceutiſch-chemiſchen Zwecken; der kaiſerliche Leibarzt Crato von Kraftheim warnte vor den kupfernen, namentlich wenn ſie zur Eſſigdeſtillation angewandt würden; der franzöſiſche Leibarzt Ambroiſe Paré vor bleiernen Helmen und Kühlröhren, und ſolche Warnungen wiederholten ſich ſpäter oft. Um 1600 kamen die Ipſer (Reisblei-) Tiegel in häufigeren Gebrauch, deren Feuerbeſtändigkeit übrigens ſchon Agricola gekannt hatte; die Vorzüge der Almeroder Tiegel kannte Glauber und empfahl ſie. Dieſer Chemiker ſuchte auch hölzerne Gefäße da einzuführen, wo bisher nur theuere metallene angewandt worden waren; er beſchrieb eine hölzerne Deſtillirgeräthſchaft, wo die Flüſſigkeit in der Blaſe durch Hineinleiten von Waſſerdampf erhitzt wird. Die Anwendung von Glasgefäßen beförderte Kunkel dadurch, daß er das Glasblaſen vor der Lampe lehrte und bei den Chemikern einführte. Die zinnernen Gefäße, welche bis dahin ſtets ſehr geſchätzt geweſen waren, machte Marggraf verdächtig, indem er ſie alle für ſehr arſenikhaltig ausgab; die daraus entſtandene Beſorgniß wurde indeß bald beſchwichtigt. Pott verdient aus dem 18. Jahrhundert noch genannt zu werden wegen ſeiner Beſtrebungen, eine Miſchung zu möglichſt brauchbaren thönernen Geräthſchaften ausfindig zu machen. Porzellanene Schmelztiegel kamen in dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts in Aufnahme; namentlich empfahl ſie H. F. Delius (Profeſſor zu Erlangen) 1778. Eiſerner Schmelztiegel bediente ſich Bergman zum Aufſchließen, ſilberner zu demſelben Zwecke Klaproth. Die Platingeräthſchaften wurden zuerſt allgemeiner eingeführt, nachdem Wollaſton ſich mit der Fabrikation derſelben (in dem Anfange dieſes Jahrhunderts) beſchäftigte; vorher konnte man dies Metall nur ſehr ſchwer in kleine und zudem nicht reine Gefäße bringen.

Chemiſche Operationen. Material der Gefäße.

Die verſchiedenartige Ausbildung der Geſchicklichkeit, chemiſche Operationen anzuſtellen, die verſchiedenartigen Hülfsmittel, welche der Chemie hinſichtlich des Materials der Gefäße u. ſ. w. zu Gebote ſtanden, repräſentiren ſich während jedes Zeitalters vorzüglich in der Entwicklung der eigentlichen

Digitized by Google

Scheidekunſt, der analytiſchen Chemie. Die Fortſchritte, welche dieſer Theil unſerer Wiſſenſchaft nach und nach gemacht hat, haben wir zwar im Allgemeinen im I. Theile manchmal angedeutet; eine vollſtändigere Zuſammenfaſſung der einzelnen Angaben, welche über die Ausbildung der chemiſchen Analyſe Auskunft geben, iſt indeß unerläßlich, und zu ihrer Betrachtung, zu der genaueren Unterſuchung, wie ſich dieſer einzelne Zweig, wie ſich die wichtigeren Zweige der Chemie überhaupt entwickelten, wollen wir jetzt übergehen.

Digitized by Google

Geschichte einzelner Zweige der Chemie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Geſchichte der analytiſchen Chemie.

Einleitung.

Die Wichtigkeit eines einzelnen Theils einer Wiſſenſchaft, die Bedeutſamkeit der Ausbildung des erſtern für die Entwicklung der letztern in ihrer Geſammtheit, läßt ſich nach nichts beſſer ermeſſen, als danach, inwiefern die Geſchichte des einzelnen Theils die Eigenthümlichkeiten der ganzen Wiſſenſchaft theilt und repräſentirt. Aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet, nimmt die Geſchichte der analytiſchen Chemie unſere beſondere Aufmerkſamkeit in Anſpruch; wie die Chemie im Allgemeinen, ſo gewann auch der analytiſche Theil derſelben die erſte Grundlage ſeines heutigen Wiſſens in der Verfolgung von Zwecken, die ſehr verſchieden ſind von dem jetzt als wahr erkannten und bei der Ausübung der Wiſſenſchaft leitenden. Die analytiſche Chemie entwickelt ſich aus einer Menge iſolirter, oft zufällig gefundener, in ihrer eigentlichen Bedeutung früher faſt ſtets verkannter Erfahrungen; erſt ſehr ſpät nimmt ſie im Ganzen eine wiſſenſchaftliche Form an, wenn auch einzelne Theile derſelben, wie z. B. die metallurgiſche Probirkunſt, ſchon verhältnißmäßig früh zuſammengefaßt werden. — Was für die allgemeine Geſchichte der Chemie in der Einleitung zu dem erſten Theile bemerkt wurde, gilt ſomit auch für die Geſchichte dieſes einzelnen Zweigs unſerer Wiſſenſchaft; wir müſſen, wollen wir anders den Faden der Darſtellung nicht zu oft unterbrechen, aus den früheren Zeiten nur die Beobachtungen hier hervorheben, welche ſpäter ſich als die heutige analytiſche Chemie wirklich vorbereitend ausweiſen; in die früheſten Zeiten müſſen wir zurückgehen, wo man Beſtandtheile aus Verbindungen, Metalle z. B. aus Erzen, zu ziehen wußte, ohne daß man ſich nur irgendwie Rechenſchaft abzulegen ſuchte, auf welchen Gründen die angewandten Methoden beruhen, ohne daß man in den verſchiedenen Methoden das Gemeinſame und die Verſchiedenheiten auch nur geahnet hätte. Wir müſſen die wenigen beſſeren Beobachtungen aus jenen Zeiten kennen lernen, wo die analytiſchen Beſtrebungen faſt durchweg den Stempel des Irrglaubens an Metallverwandlung aufgeprägt

Digitized by Google

Einleitung. haben, wo die Vervollkommnung einer Methode, edles Metall aus den Erzen zu ziehen, für eine künſtliche Veredlung des Erzes, für ein Verfahren, mehr Metall aus dem Erz herauszubringen, als urſprünglich darin vorhanden iſt, gehalten wird. Bis auf die neuere Zeit erſtreckt ſich der Einfluß des Glaubens, daß ganz verſchiedenartige Stoffe in einander verwandelt werden können; das Ende des vorigen Jahrhunderts ſieht noch den Streit, ob Kieſelerde in Alaunerde umgewandelt werden kann. Welches Zutrauen, welche Geltung man dann analytiſchen Verſuchen beilegte, wo ſolche Stoffe, deren Verwandlung in einander für möglich gehalten wurde, ſich in Verbindung befinden, welche Untrüglichkeit der Reſultate man damals überhaupt von der analytiſchen Chemie erwarten durfte, bedarf keiner weitern Beſprechung. Aus dieſen Zeiten dürfen wir nur das Wenige hier zur Berichterſtattung beibringen, was ſpäterer richtiger Erkenntniß zur Grundlage oder doch zur Benutzung diente; aber ſelbſt der Zeit, wo dieſe richtigere Erkenntniß über die analytiſchen Operationen durchdrang, dürfen wir, dem Plane unſerer Arbeit gemäß, hier nur eine kurze Beachtung ſchenken, da dieſe Zeit der Gegenwart zu nahe liegt, großentheils ſogar ganz in die Periode fällt, welche für die analytiſche Chemie als die gegenwärtige noch gelten muß.

Nach dem Vorhergehenden kann es nicht wundern, wenn die Geſchichte der analytiſchen Chemie, wie ſie hier zu geben iſt, wenig mehr als eine trockne Aufzählung einzelner Beobachtungen, einzelner Methoden, die ſich als für dieſen Zweig der Scheidekunſt beſonders bildend erwieſen, darbietet. Was die Geſchichte der analytiſchen Chemie von allgemeinerer Bedeutung enthält, mußte in der allgemeinen Geſchichte unſerer Wiſſenſchaft ſeinen Platz finden, deren Eigenthümlichkeiten, deren Richtungen und Theorien in ſo vielen Beziehungen durch den Zuſtand der analytiſchen Kenntniſſe ſtets weſentlich bedingt waren. — Um die einzelnen Erfahrungen, die hier unſere Aufmerkſamkeit verdienen, überſichtlich zu ordnen, bieten uns die verſchiedenen Hülfsmittel, welche die analytiſche Chemie zur Zerlegung der Verbindungen in ihre Beſtandtheile in Anwendung brachte, den beſten Anhaltspunkt.

Wollen wir die Geſchichte der analytiſchen Chemie in ihren Hauptrichtungen kennen lernen, ſo dürfen wir nicht allein dieſe danach trennen, wie ſie der Zeit nach auf einander folgen, ſondern wir müſſen hier auch eine Sonderung vornehmen in Beziehung auf gleichzeitig in Anwendung

Digitized by Google

gebrachte Untersuchungsweisen, sofern diese während des ganzen Zeitraums fast, den wir hier zu betrachten haben, als verschiedenen Zwecken dienend angesehen wurden. — Als ein Hauptmittel — zuerst, einzelne Bestandtheile von Verbindungen darzustellen, dann, die Bestandtheile einer Verbindung überhaupt zu erkennen — galt von früher Zeit an die Anwendung stark erhöhter Temperatur auf die Verbindung, mit oder ohne Zusatz anderer Substanzen zu der zu untersuchenden. Die analytische Chemie auf trocknem Wege hat einen sehr frühen Ursprung; sie ist lange Zeit für gewisse analytische Operationen das einzig angewandte Hülfsmittel, sie erfordert eine eigene Darstellung. — Wenn auch schon früh in vereinzelten Beobachtungen sich zeigend, kommt doch die analytische Chemie auf nassem Wege erst viel später zu einem gleichen Grade der Sicherheit. Lange Zeit werden nur wenige ihrer Ergebnisse mit den bei denselben Substanzen auf trocknem Wege erhaltenen Resultaten für vergleichbar gehalten; für viele Substanzen glaubte man, durch Anwendung der einen Untersuchungsweise würden andere Körper, die als Bestandtheile der Verbindung erscheinen, erzeugt, als durch die andere. Auch die analytischen Operationen auf nassem Wege verlangen eine abgesonderte Berichterstattung, und aus diesen beiden Gesichtspunkten wollen wir die Geschichte der analytischen Chemie durchgehen, eine Trennung ihrer einzelnen Verfahrungsweise versuchend, welche zwar behufs der Darstellung ihrer heutigen Kenntnisse wenig angezeigt wäre, bei der Darstellung der Entwicklung dieser Kenntnisse aber allein zulässig erscheint.

Den Eintheilungen der analytischen Chemie, welche sonst üblich und von Nutzen sind, ist somit hier nur untergeordneter Einfluß zuzugestehen. Die quantitative Analyse in ihrem Gegensatze zur qualitativen war hier nicht besonders hervorzuheben, da früher für die eine der analytischen Richtungen hauptsächlich die Bestimmung der Quantität, für die andere hauptsächlich die der Qualität als Ziel gesteckt war, und erst in der neuesten Zeit sich beide Richtungen zur Erreichung beider Zwecke vereinigten. Die Operationen auf trocknem Wege hatten nämlich fast in der ganzen Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, die Bestimmung, wieviel von einem oder von mehreren Bestandtheilen in einer Verbindung enthalten sei, zur Aufgabe; und sehr spät erst werden die Reactionen auf trocknem Wege auch zum Zwecke der vollständigeren Ausmittelung der qualitativen Zusammensetzung angewandt. Die analytische Chemie auf nassem Wege beschäftigte sich hingegen lange Zeit

Digitized by Google

Einleitung. nur mit der Beſtimmung der Art der Beſtandtheile, und erſt ſeit Kurzem verſteht man vermittelſt ihrer auch die Menge derſelben zu ermitteln. In der Vereinigung beider Methoden zur Löſung beider Aufgaben lag die Bedingung, von welcher die Erreichung der Genauigkeit, welche heutzutage den analytiſchen Angaben zuſteht, abhing.

Wir berückſichtigen ferner hier zunächſt nur die Entwicklung der Zerlegungskunſt für unorganiſche Subſtanzen, da die Geſchichte der organiſchen Analyſe mit der Geſchichte der ganzen organiſchen Chemie in zu nahem Zuſammenhange ſteht, als daß ſie davon zu trennen wäre.

Die Erkenntniß der Thatſachen, welche die analytiſche Chemie auf trocknem Wege bilden, ſoll uns hier zuerſt beſchäftigen.

Analytiſche Operationen auf trocknem Wege.

Erſte Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege. Die analytiſchen Operationen auf trocknem Wege verdanken ihre früheſte Bekanntwerdung dem Streben, aus Verbindungen, welche werthvolle Beſtandtheile enthalten, dieſe, und zwar möglichſt rein und möglichſt vollſtändig, abzuſcheiden. Dieſe Operationen haben ſchon in ſehr früher Zeit den Zweck quantitativer Beſtimmung. Die Ermittlung des Gehalts von Metalllegirungen an edlen Metallen war in dieſer Beziehung die erſte Aufgabe, die man ſich ſetzte; in der Bearbeitung dieſer Aufgabe fand lange Zeit hindurch die analytiſche Chemie auf trocknem Wege, die quantitative Analyſe überhaupt, ihre einzige Ausbildung.

Die metallurgiſchen Scheidungsmethoden bilden ſomit den Anfang des hier Mitzutheilenden, und in ihnen entwickelt ſich die analytiſche Chemie auf trocknem Wege beſonders; es kommen ſpäter noch viele Beobachtungen über die Reactionen anderer Körper hinzu, wie ſie ohne weitere Auflöſungsmittel als die Anwendung der Wärme auf einander wirken; die Einführung des Löthrohrs in die Chemie und die Ausbildung des Verfahrens, es zu gebrauchen, giebt endlich den letzten Gegenſtand ab, den wir in dieſem Abſchnitte zu beſprechen haben.

Ueber die analytiſchen Methoden, welche bis zu dem 2. Jahrhundert

Digitized by Google

vor unſerer Zeitrechnung in Gebrauch geweſen ſein mögen, iſt uns nichts aufbewahrt worden. Was von dem in jener Zeit ſchon bekannt geweſenen allenfalls hierher gehören möchte, dürfte ſich darauf beſchränken, welche Zuſätze man z. B. den Erzen gegeben, um aus ihnen das darin enthaltene Metall auszuſchmelzen. Es iſt indeß hierüber nichts bis auf uns gekommen. — Eigentliche chemiſche Scheidungsmethoden, ſelbſt für die Gegenſtände, welche bald die vorzüglichſte Gelegenheit zur Ausbildung der Analyſe boten, ſcheinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte nicht verſucht worden zu ſein. Mit großer Wahrſcheinlichkeit läßt ſich behaupten, daß in dem 3. Jahrhundert v. Chr. man Legirungen von Gold und Silber, ſelbſt wenn man die Natur ihrer Beſtandtheile kannte, nicht zu zerlegen wußte, ja daß man damals nicht einmal daran dachte, durch chemiſche Mittel die Beſtimmung des einen Beſtandtheils zu verſuchen. Es beweiſt dies die bekannte Geſchichte, nach welcher Archimedes (285—212 v. Chr.), der mit allen naturwiſſenſchaftlichen Kenntniſſen ſeiner Zeit ausgerüſtete Gelehrte, eine Krone unterſuchen ſollte, die König Hiero von Syrakus hatte anfertigen laſſen, und in Bezug auf welche Verdacht vorlag, der Künſtler habe einen Theil des dazu beſtimmten Goldes zurückbehalten und das fehlende Gewicht durch Silber erſetzt. Archimedes wußte nach längerem Sinnen kein anderes Mittel, hierüber zu entſcheiden, als das ſpecifiſche Gewicht des Kleinods zu beſtimmen und mit den Dichtigkeiten des reinen Goldes und Silbers zu vergleichen. Die Möglichkeit der chemiſchen Zerlegung ſcheint alſo damals noch nicht erkannt geweſen zu ſein, denn wenn auch die einzelnen Umſtände dieſer keineswegs hinlänglich verbürgten Geſchichte vielleicht ungenau ſind, ſo lebte doch der Erzähler derſelben, Vitruvius (im 1. Jahrhundert v. Chr.), der Zeit des Archimedes zu nahe, als daß ſeine Mittheilung nicht über den Stand der damaligen Kenntniſſe, die Menge eines Beſtandtheils in einer Legirung zu ermitteln, Aufſchluß geben könnte.

Erſte Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege.

Aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. wird uns über Verfahrungsweiſen berichtet, die bei weiterer Ausbildung die erſten Operationen der analytiſchen Chemie bildeten. Sie betreffen die reinere Darſtellung der edlen Metalle, und namentlich des Goldes; es geſchieht um dieſe Zeit der erſten Verſuche der Cupellation Erwähnung. Agarthides von Knidos, ein Schriftſteller aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., iſt der Erſte, der hierüber etwas mitgetheilt hat, wo er in ſeiner Beſchreibung des rothen Meeres auch von dem Goldbergbau der Aegypter ſpricht. Sein Werk iſt verloren gegangen;

Entdeckung der Cupellation.

Digitized by Google

Entdeckung der Cupellation.

doch hat Diodor von Sicilien die betreffenden Stellen uns aufbewahrt. Agarthides ſpricht hier zuerſt von der mechaniſchen Abſonderung des Goldes aus dem Erz (durch Pochen und Waſchen); den Goldſtaub, fährt er fort, übernehmen andere Werkmeiſter, ſchütten ihn in irdene Gefäße, ſetzen nach einem beſtimmten Gewichtsverhältniß Blei, Salz, ein wenig Zinn und Gerſtenkleie zu, ſchließen die Tiegel mit Deckeln, die ſie genau mit Lehm verſtreichen, und halten ſie fünf Tage und fünf Nächte im Feuer eines Schmelzofens. Nach deſſen Erkalten findet man in den Gefäßen reines Gold, mit einem geringen Verluſte, aber nichts von den zugeſetzten Stoffen.

Dieſe Beſchreibung läßt die ſtattgefundene Operation deutlich erkennen; es war im Weſentlichen die noch gebräuchliche Bleiarbeit. Die Unzweckmäßigkeiten des angegebenen Verfahrens beruhen vielleicht auf der Unkenntniß des Berichterſtatters, der nicht Mann vom Fach war, wahrſcheinlich aber auch auf der Unvollkommenheit des damaligen Wiſſens. Die Verkittung der Tiegel wird ſchwerlich luftdicht gehalten haben, und das Blei darin konnte ſich mit den anderen dem Gold beigemiſchten Subſtanzen verkalken; die Oxydation des Bleies wurde befördert durch einen Zuſatz von Zinn, verzögert durch die Zugabe einer organiſchen Subſtanz. Dafür aber auch wurde deſto länger erhitzt.

Eine ſolche Operation, wodurch das Gold gereinigt wurde, nannten die Griechen ὄβρυζα, das ſo geläuterte Gold ſelbſt χρυσίον ὄβρυζον. Die Römer lernten das Verfahren erſt von den Griechen kennen, denn es findet ſich bei ihnen die griechiſche Bezeichnung unverändert wieder. Obrussa heißt nach der Definition des Plinius die Reinigung des Goldes durch Feuer; die Operation wurde bei den Römern häufig angewandt, denn es erinnern an ſie in bildlicher Sprache auch Schriftſteller, die über andere Gegenſtände als die Metallurgie ſchrieben; obrussa heißt bei Seneca u. a. das Prüfungsmittel der Geſinnung z. B., gerade wie wir jetzt den von demſelben Gegenſtande entlehnten bildlichen Ausdruck Probirſtein brauchen.

Wir ſehen hier eine Art der Cupellation zur Reinigung des Goldes angewandt; daſſelbe Verfahren wurde bald auch zur Reinigung des Silbers benutzt. Der Geograph Strabo (zur Zeit der Geburt Chriſti) berichtet über die Darſtellung des reinen Silbers in Spanien. Das abgewaſchene Erz wurde hier mit Blei geſchmolzen, und nachdem dieſes, wie Strabo ſich ausdrückt, abgegoſſen (weggeſchafft) worden war (ἀποχυθέντος τοῦ μολύβδου), blieb reines Silber. Auch Plinius' Ausſage, ſo kurz ſie iſt

Digitized by Google

und ſo unverſtändlich ihm ſelbſt die Operation geweſen zu ſein ſcheint, beſtätigt, daß zur Reinigung des Silbers dieſes mit Blei cupellirt wurde, denn er ſagt: Excoqui (das ſilberhaltige Erz) non potest, nisi cum plumbo nigro aut cum vena plumbi, — — — — et eodem opere ignium descendit pars in plumbum, argentum autem innatat, ut oleum aquis. Hier iſt der Uebergang des verunreinigenden Theiles in das Blei und das Aufſchwimmen des reinen Silbers auf den Schlacken unverkennbar ausgedrückt. Entdeckung der Cupellation.

Dieſe Methoden führten allerdings zum Ziele, wenn es darauf ankam, nur die edlen Metalle von den unedlen zu ſcheiden, allein mittelſt ihrer konnte man nicht Gold und Silber von einander trennen. Dieſe Aufgabe galt überhaupt in dem Alterthume für eine der ſchwerſten; noch im 6. Jahrhundert nach Chr. war dies der Fall, wie aus den Inſtitutionen des Juſtinianus (um 530) zu erſehen iſt, wo die Scheidung von Gold und Silber an Schwierigkeit der Trennung von Wein und Honig verglichen wird. Zu jener Zeit indeß, wo die Römer ihren Höhepunkt in techniſcher Fertigkeit erreicht hatten, waren auch Mittel bekannt, das Gold von Silber rein zu gewinnen. Die Operationen, welche man unter dem Namen der Cementation begreift, haben in jener Zeit ihren Urſprung. — Undeutlich in Bezug hierauf iſt Strabo, der über die ſeiner Zeit in Spanien übliche Verfahrungsweiſe nur mittheilt, man ſetze das Gemiſch aus Gold und Silber auf's Neue dem Feuer aus, ſo bleibe das Gold rein zurück; denn er verſchweigt die nothwendigen Zuſätze. Daß aber ſolche beigegeben wurden und welcher Art ſie waren, berichtet Pliniuſ deutlich: Torretur (die Legirung) cum salis grumo, ponderis triplici misso (torretur cum salis gemino pondere, triplici myseos [Vitriol] nach einer andern Lesart), et rursum cum duabus salis portionibus, et una lapidis quem schiston vocant (Alaunſchiefer?); ita virus tradit rebus una crematis in fictili vase, ipsum purum et incorruptum. Die Cementation erſt mit Salz und dann mit Salz und Alaunſchiefer (oder erſt mit Salz und Vitriol und dann mit Salz und Alaunſchiefer) war alſo damals bekannt und angewandt. Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten.

Soweit reichen die Nachrichten über analytiſche Operationen auf trocknem Wege, die wir aus dem Alterthum beſitzen. Die Zeit von dem 1. bis 8. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung brachte ihnen keine Verbeſſerungen, keinen Zuwachs; erſt die arabiſchen Chemiker nehmen unſere Aufmerkſamkeit wieder in Anſpruch durch genauere Kenntniß dahin gehöriger Verfahrungs-

Digitized by Google

weiſen. Unter ihnen iſt vorzüglich Geber hervorzuheben, der das Techniſche der Cupellation faſt nach ihrem heutigen Standpunkte kannte. In der Summa perfectionis magisterii beſchreibt er die Aſchenprüfung (examen cineritii), wie er die Cupellation nennt, nach der lateiniſchen Ueberſetzung folgendermaßen: Est modus illius (der Cupellation), ut tollatur cinis cribellatus, aut calx, aut pulvis ossium animalium combustorum, aut horum omnium commixtio, aut quorundam. Dehinc itaque cum aqua madefiat, et super illud prematur manus, et fiat stratum firmum et solidum, et in medio strati fiat rotunda fovea solida et polita, et super illius foveae fundum spargatur vitri triti quantitas aliqua. Deinde vero exsiccari permittatur, et cum siccatum fuerit, ponatur illud, de cujus intentione sit tolerare examen, in foveam dictam, et super illam ignis fortis carbonum succendatur, et super faciem examinabilis suffletur corporis, donec fundatur; quo fuso, Saturni partem post partem projiciamus in illud, et super illud suffletur cum flamma fortis ignitionis, et dum videris illud agitari et moveri, motu concussionis forti, non est purum; exspecta igitur, donec totum evanescat plumbum, quod si evanuerit, et non cessat illius motus, non est depuratum. Iterato igitur super illud plumbum projice, et super illius faciem iterato suffla, donec plumbum separetur, quod si non quieverit, iterato plumbi projectionem, et sufflationem, et illius faciem perquire, quousque quiescat, et tu videas illud mundum et clarum in superficie sua. Geber fügt hinzu, daß man die Operation beſchleunigen könne durch Zuſatz von Salpeter, ſeiner Meinung nach, weil dieſer die Schlacken (sordes) ſchneller einſaugen laſſe. Er weiß, daß ſich durch die Cupellation Kupfer, Zinn und Blei vom Gold und Silber ſcheiden laſſen, und daß dieſe beiden die einzigen Metalle ſind, welche dieſer Probe widerſtehen.

Genauere Beſchreibung der Cupellation durch Geber.

Geber's Kenntniſſe erhielten unter den Chemikern, welche ihm aus ſeinem Volke nachfolgten, keinen Zuwachs; bei den Abendländern, welche die chemiſchen Operationen der Araber weiter ausbildeten, finden wir in dem 13. Jahrhundert erſt wieder beachtungswerthe Verbeſſerungen der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege. Sie drehen ſich indeß alle noch um die Aufgabe, Gold und Silber zu prüfen, wie dies natürlich in jener Zeit eine Hauptaufgabe ſein mußte, wo alle chemiſchen Verſuche auf die künſtliche Darſtellung dieſer edlen Metalle hingingen. Um ächtes Gold und Silber von falſchem zu unterſcheiden, kennt Albertus Magnus noch kein beſſe-

Digitized by Google

tes Mittel, als das Metall oft wiederholt ſtarkem Feuer auszuſetzen; in ſeiner Schrift de rebus metallicis et mineralibus verſichert er, daß er alchemiſtiſches Gold unterſucht habe, welches zwar ſechs- oder ſiebenmal das Feuer ausgehalten habe, noch öfter und ſtärker erhitzt aber doch ſich verſchlackt und als falſch ausgewieſen habe. Die Reinigung des Goldes und Silbers durch die Cupellation kannte er gut; das Verſchwinden des Bleies bezeichnet er als ein Verdampfen deſſelben; purificatur argentum, ſagt er in dem eben genannten Werke, in igne cum plumbo, et per ustionem exhalat plumbum et separantur sordes ab argento. Das Gold reinigte er durch Cementation und beſchrieb dieſe gleichfalls in der Schrift de rebus metallicis zuerſt genau: Attenuatur aurum in laminas breves et tenues, et ordinantur in vase, ita quod quilibet ordo laminarum subtus et supra habeat pulverem fuliginis et salis et lateris farinarum commistorum, et decoquitur in igne forti, donec purissimum est, et consumuntur in eo substantiae ignobiles.

Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus.

Die hier genannten Mittel zur Scheidung edler Metalle waren auch in dem 14. Jahrhundert in den Münzhäuſern und wo es ſich um genaue Beſtimmung handelte, die einzig angewandten. Eine Verordnung Philipp's von Valois von 1343 ſchreibt den franzöſiſchen Münzprobirern ſehr genau die Anwendung der Cupellation vor, die Verfertigung der Capellen, die Anwendung ſilberfreien Bleies und den Gebrauch genauer Waagen.

Baſilius Valentinus fügte in dem 15. Jahrhundert den analytiſchen Operationen auf trocknem Wege, die immer noch die Trennung edler Metalle faſt ausſchließlich zum Zwecke hatten, eine neue hinzu, die Scheidung des Goldes durch den Guß mit Antimon. In der Offenbarung der verborgenen Handgriffe beſchreibt er ſie folgendermaßen: »Nimm Gold, ſo viel du willſt, und ſechsmal ſo viel des beſten ungariſchen Antimonii (Schwefelantimon), thue es in einen Schmelztiegel und laß es wohl fließen; wenn es wohl gefloſſen iſt, ſo geuß es in einen Gießpuckel. — — Wenn es kalt geworden iſt, ſo thue den Antimonium aus dem Gießpuckel, ſchlage den König von den Schlacken ab, wieze den König, ſetze demſelben wiederum ſechsmal ſo ſchwer neues Antimonium zu, und mache es wie zuvor. — — Dann zum drittenmal — wiederum — wie zuvor. Wenn ſolches vollbracht iſt, ſo ſetze den Regulum auf einem breiten Treibſcherben in einen Ofen, unter einer Muffel, gieb ihm anfänglich ein gelind Feuer, darnach ſtärker, bis das Antimonium davon verraucht iſt, und ein gelber

Reinigung des Goldes durch Spießglanz.

Digitized by Google

Goldkuchen liegen bleibt.« Dann soll das Gold geschmolzen werden, bis es vollkommen geschmeidig ist. — Basilius Valentinus erreicht hier durch die öftere Wiederholung der Operation, was man später durch eine einzige, aber mit Zusatz von Schwefel, erreichen lernte, nämlich auch Gold, welches einen stärkeren Gehalt an anderen Metallen hat, vollkommen zu reinigen.

Agricola's Kenntnisse von Operationen auf trockenem Wege.

Agricola, in dem 16. Jahrhundert, kennt kein neues hierher gehöriges Verfahren, welches besondere Besprechung verdiente; mit allen vorhergehenden Operationen ist er indeß wohl vertraut. Die Prüfung der Erze auf trocknem Wege behandelt er zwar in dem 7. Buche de re metallica ausführlich, allein es wird dabei stets vorausgesetzt, daß schon bekannt sei, welches Metall sie enthalten, und seine Operationen zur Bestimmung des Werthes des Erzes sind dann im Kleinen dieselben, wie sie seiner Zeit auch im Großen zur Ausziehung der Metalle angewandt wurden; das Erz wird mit verschiedenen Zusätzen ausgeschmolzen, bei quecksilberhaltigen der Gehalt an Quecksilber durch Destillation des Erzes mit verschiedenen Zusätzen bestimmt. In dem 10. Buche desselben Werkes beschreibt er die Scheidung des Goldes vom Silber auf trocknem Wege ausführlich; die im Vorhergehenden schon besprochenen Verfahrungsweisen sind ihm genau bekannt; die Scheidung vermittelst des Gusses mit Schwefel wird von ihm zuerst genau beschrieben.

Agricola's Nachfolger beruhigten sich mit den Kenntnissen über die chemische Prüfung auf trocknem Wege, wie sie von jenem zusammengestellt worden waren. Dieser Theil der Scheidekunst machte im Laufe des 17. Jahrhunderts nur geringe Fortschritte; wir haben uns bei den unbedeutenden Einzelnheiten, welche neu erkannt wurden, hier nicht aufzuhalten. Was in jener Zeit genauer und allgemeiner bekannt wurde, und später für die Kenntniß der Reactionen auf trocknem Wege Wichtigkeit erlangte, waren die Erfahrungen über die Färbung von Glas durch die verschiedenen Metalle (vergl.: Glas, im III. Theile). Glauber beschäftigte sich viel damit, die edlen Metalle aus ihren Verbindungen rein abzuscheiden, und machte vorzüglich darauf aufmerksam, wie sehr der Zusatz von Salpeter die Abscheidung der unedlen Metalle befördert.

In dem 18. Jahrhundert endlich schlug die analytische Chemie auf trocknem Wege die Methode ein, welche noch jetzt als die wichtigste und vorzüglich angewandte anerkannt wird. Die Probirkunst mit dem Löthrohre wird in die Chemie eingeführt.

Digitized by Google

Vorbereitung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Vorbereitet war dies durch die Kenntniß der Operationen auf trocknem Wege, deren wir in dem Vorhergehenden gedachten; durch die Erfahrungen über die Trennung der edlen Metalle, über die Färbung der Flüſſe durch die unedlen. In der erſten Hälfte des 18. Jahrhunderts kamen noch mehr Beobachtungen hinzu, welche die chemiſche Kenntniß von den Reactionen gewiſſer Subſtanzen auf trocknem Wege vermehrten. Pott's Arbeiten über das Verhalten der Erden und Steine im Feuer, welche er 1745 begann und lange fortſetzte, lehrten viele dieſer Körper nach den Erſcheinungen kennen, welche ſie zeigen, wenn ſie für ſich, oder mit verſchiedenen Salzen oder mit Glas, oder endlich mit anderen erdartigen Subſtanzen in verſchiedenen Verhältniſſen gemiſcht, ſtark erhitzt werden. Als Kennzeichen wurden hierbei faſt ausſchließlich die Schmelzungsverhältniſſe berückſichtigt. So z. B. berichtete er über die Unſchmelzbarkeit des Thons bei der höchſten Temperatur, die er noch erreichen konnte, und über die Schmelzbarkeit deſſelben bei einem Zuſatz von Kalk, oder Borax oder Flußſpath, oder Bleioxyd, oder Gyps, und gab das verſchiedene Ausſehen der geſchmolzenen Maſſen an, je nachdem mehr oder weniger von dem Zuſatz angewandt iſt.

Alle Prüfungsmethoden, welche wir bis jetzt beſprochen haben, wurden im Großen vorgenommen; die Miſchung geſchah in Tiegeln, das Erhitzen in Oefen. Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde die Methode etwas bekannter, die Proben im Kleinen anzuſtellen, und ſich zur Erhitzung des Löthrohrs zu bedienen. Wenn wir die Geſchichte dieſes analytiſchen Verfahrens vollſtändiger überblicken wollen, müſſen wir etwas zurückgehen, um über den erſten Gebrauch des Löthrohrs Aufſchluß zu erhalten, und zu erfahren, wie es in die Chemie eingeführt wurde.

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

So alt auch die Kunſt des Löthens iſt, die bei den Alten bereits Anwendung fand, ſo früh auch ſchon bekannt war, daß man dem Glas (vergl. da) durch Blaſen eine beſtimmte Form geben kann, ſo ſcheint doch vor der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts das Löthrohr zum einen oder zum andern Zwecke nicht angewandt geweſen zu ſein. Bei allen Operationen, welche man jetzt mit Hülfe dieſer Vorrichtung ausführt, findet man, bis zu dem angegebenen Zeitpunkte, des Löthrohrs nicht erwähnt. Der ſog. hermetiſche Verſchluß, nämlich die Mündung eines Glasgefäßes zuzuſchmelzen, wird nach Libavius' 1613 gegebener Vorſchrift in der Art bewerkſtelligt, daß man den wie eine lange Röhre geformten Hals des Gefäßes im bloßen Feuer zuſammenfließen läßt, und derſelbe Chemiker ſchreibt noch vor, den

Digitized by Google

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Verſchluß, wenn die Röhre weit ſei, in der Art zu bewirken, daß man ſie im Kohlenfeuer erhitze und mit einer Zange zuſammendrücke und um ſich ſelbſt drehe. Von einer Bearbeitung des Glaſes vor dem Löthrohre ſcheint alſo damals noch keine Rede geweſen zu ſein. Auch die übrigen Schriften jener Zeit, bei welchen man eine Erwähnung des Löthrohrs zu finden hoffen könnte, die techniſchen und von der Glasfabrikation handelnden, enthalten nichts darüber. Gedacht wird ſeiner zuerſt um 1660 in den Berichten über die Verſuche der Academia del Cimento zu Florenz, und zwar in einer Art, die es als ein damals noch ſehr wenig bekanntes Inſtrument anſehen läßt. Thermometer und ähnliche Apparate werden hier als die Fabrikate von Künſtlern angeführt, welche ſich ihrer eigenen Wangen als eines Blasbalges bedienen, indem ſie ihren Athem durch ein Werkzeug von Kryſtallglas in die Flamme blaſen und durch dieſes Mittel feine Arbeiten von Glas verfertigen.

Es iſt dies die erſte ſichere Nachricht über den Gebrauch des Löthrohrs; doch fand es damals noch keine Anwendung in der Chemie. Den Nutzen einer ähnlichen Einrichtung für die Scheidekunſt nahm man indeß bald wahr. In Kunkel's Ars vitraria experimentalis (erſchien zuerſt 1679) findet man den Glasblaſetiſch mit dem doppelten Blasbalg beſchrieben, und dabei auch angeführt, daß eine ſolche Vorrichtung einem Chemiker für viele Dinge nützlich ſei; ſo z. B. dürfe man, um einen Metallkalk zu reduciren und das darin enthaltene Metall zu beſtimmen, nur eine Kohle aushöhlen, den Metallkalk in die Höhlung legen und vermittelſt jener Vorrichtung die Flamme darauf richten.

Bald wurde das Löthrohr den Chemikern, und zwar hauptſächlich den Metallurgen, zu allgemeinerem Gebrauche angerathen. Der Erſte, welcher dies öffentlich that, war ein deutſcher Bergwerkskundiger, Johann Andreas Cramer [1]). In ſeinen (1739 zuerſt herausgekommenen) Elementis

[1]) J. A. Cramer war geboren zu Quedlinburg 1710, ſtudirte anfangs die Rechte, beſchäftigte ſich aber von 1734 an mit der Bergwerkswiſſenſchaft und Chemie. Er ging bald darauf nach Holland, wo er in Leyden Metallurgie vortrug und ſein obengenanntes Werk vorbereitete, bereiſte 1738 und 1739 England und ſpäter das ſächſiſche Erzgebirge, und wurde 1743 braunſchweigiſcher Kammerrath beim Berg- und Hüttenweſen. Aus dieſem Dienſte trieben ihn 1773 die Verfolgungen neidiſcher Feinde; er bereiſte noch 1775 die ungariſchen Bergwerke und kehrte 1777 nach Deutſchland zurück, in welchem Jahre er zu Berggieshübel ſtarb.

Digitized by Google

artis docimasticae empfiehlt er es zur Schmelzung kleiner Metallſtücke oder zur ſchnellen Prüfung anderer Foſſilien in kleinen Quantitäten. Es wird auch hier faſt nur das Schmelzen auf Kohle als das zu beachtende Kennzeichen berückſichtigt; doch findet auch der Zuſatz von Borax Anwendung. Das Löthrohr ſoll aus Kupfer verfertigt werden und unten mit einer, einen Zoll weiten, Kugel verſehen ſein, um die Feuchtigkeit aufzufangen. Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Das Blaſen mit dem Munde ſcheint indeß den Metallurgen damals noch zu beſchwerlich geweſen zu ſein, denn ſtatt weiterer Ausbildung der Löthrohrproben findet man aus jener Zeit faſt nur Vorſchläge, ſtatt des von Cramer zuerſt angerathenen Löthrohrs eine Vorrichtung mit doppeltwirkendem Blasbalg zu gebrauchen. Dies rieth ſchon 1739 ein ſächſiſcher Bergbeamter, Carl Friedrich Zimmermann, der aber gleichfalls nur das Schmelzen an den Foſſilien beachtete, und Cramer ſelbſt gab in einem ſpätern Werke (den Anfangsgründen der Metallurgie, 1774) außer der Beſchreibung des Löthrohrs auch noch die eines ſolchen künſtlichen Blasapparates an.

Zu eigentlich chemiſchen Verſuchen wurde das Löthrohr am früheſten in Schweden gebraucht. Bereits 1746 wandte es Swen Rinmann zu der Unterſuchung eines eiſenhaltigen Zinnerzes an, welches er vor jenem Apparate einer Art Saigerung unterwarf, und prüfte auch in der Folge noch mehrere andere Foſſilien in dieſer Beziehung. Gleichzeitig mit ihm beſchäftigte ſich der ſchwediſche Bergrath Anton von Swab mit Löthrohrproben, und zwar ſoll er dies bereits um 1738 gethan haben, wie Bergman in ſeiner Commentatio de tubo ferruminatorio berichtet; wonach Swab gewöhnlich als der Erſte bezeichnet wird, der ſich des Löthrohrs zu chemiſchen Unterſuchungen bedient habe. Die erſte Abhandlung Swab's indeß, in welcher von einer Anwendung des Löthrohrs die Rede iſt, datirt von 1748 (ſie behandelt die Unterſuchung eines natürlich vorkommenden Spießglanzkönigs), und es ſteht dahin, ob Bergman's Angabe nicht auf einem Schreib- oder Druckfehler beruhe. Später wandte Swab das Löthrohr noch zur Unterſuchung anderer Mineralien an. Engeſtröm, deſſen hierhergehörige Leiſtungen wir ſogleich zu betrachten haben, verſichert, daß nicht Swab, ſondern Cronſtedt [1]) den erſten Gedanken, mit dem Löth- Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

[1]) Alexander Friedrich Cronſtedt war 1722 geboren. Er widmete ſich der Bergbauwiſſenſchaft und in Verbindung damit der Chemie. Als eins der thätigſten Mitglieder der Stockholmer Akademie ſtarb er 1765.

Digitized by Google

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

rohr Mineralien zu unterſuchen, gehabt habe, und daß erſterer ſelbſt dem letzteren dieſe Ehre zugeſtanden habe.

Cronſtedt erwähnte des Löthrohrs zuerſt 1751, bei Gelegenheit ſeiner Verſuche mit dem Nickel; beſonders empfahl er es den Mineralogen in ſeinem „Försök til Mineralogie“ (Verſuch der Mineralogie). Dies Buch erſchien zuerſt 1758 ohne Nennung des Autors, ſo daß Linné glaubte, vielleicht eben wegen der darin hervorgehobenen Prüfungsmethode, Swab ſei der Verfaſſer. Cronſtedt ſchätzte die Löthrohrverſuche hoch, weil er mittelſt ihrer die Beſtandtheile der Mineralien leichter zu erforſchen gedachte, und auf die chemiſche Zuſammenſetzung der Foſſilien die Klaſſification derſelben gründen wollte. Er bereits wandte als vorzüglichſte Reagentien die Soda, den Borax und das leichtſchmelzbare Harnſalz an.

Cronſtedt war auch der Erſte, der alles zu Löthrohrproben Nöthige zu beſtimmen und in eine compendiöſe Form zu bringen ſuchte, der den erſten tragbaren Löthrohrapparat conſtruirte, wie Engeſtröm berichtet, welcher ſpäter vorzüglich zur Ausbreitung der Kenntniſſe über das Löthrohr beitrug.

Die Nothwendigkeit dieſes Inſtruments für die Chemiker wurde indeß jetzt eingeſehen. Wallerius führte 1759 es zuerſt in einem chemiſchen Handbuche unter den nothwendigen Apparaten eines Scheidekünſtlers an, ohne indeß auf den Gebrauch deſſelben weiter einzugehen. Die erſte Anleitung dazu gab Guſtav von Engeſtröm, ſchwediſcher Münzwardein, als Anhang zu ſeiner (1770 publicirten) engliſchen Ueberſetzung des Cronſtedt'ſchen Verſuchs einer Mineralogie. Die Abhandlung wurde bald abgeſondert in Ueberſetzungen weiter verbreitet; ſie enthält die Art und Weiſe, wie Cronſtedt das Löthrohr anwandte, und die Beſchreibung des tragbaren Apparates, deſſen dieſer ſich bediente.

Zu derſelben Zeit, wo Engeſtröm's Anleitung herauskam, begann auch Bergman ſich mit Löthrohrverſuchen zu beſchäftigen. Anfangs publicirte er in einzelnen Abhandlungen nur nebenbei die Reſultate, welche ihm die Löthrohrprüfung für den gerade behandelten Gegenſtand ergeben hatte; ſo beſchrieb er z. B. 1773 in einer Abhandlung von den Erdarten auch das Verhalten der Kalk-, Magneſia-, Alaun- und Kieſelerde vor dem Löthrohre; 1777 in ſeiner disquisitio de terra gemmarum das der Edelſteine, und in mehreren anderen das Verhalten anderer einzelner Mineralien; 1777 indeß bereits hatte er die Zuſammenſtellung ſeiner Erfahrungen über die Löthrohrprüfung der Mineralien vollendet, welche 1779 als Commentatio

Digitized by Google

de tubo ferruminatorio herauskam. Man findet hier die genaue Beschreibung des Löthrohrs, welchem Bergman eine etwas veränderte Einrichtung gab, die erste genauere Unterscheidung der innern und der äußern Flamme, die Anweisung für den Gebrauch der Reagentien, als deren vorzüglichste auch Bergman die Soda, den Borax und das Phosphorsalz erkannte. In einem zweiten Abschnitte endlich beschrieb er das Verhalten der Erdarten, der Salze, der entzündlichen Stoffe, der Metallkalke, Metalle und Erze vor dem Löthrohre [1]).

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Bergman setzte die Löthrohrprüfungen auch noch nach der Herausgabe dieser Schrift eifrig fort; noch mehr aber zeigte sich dafür einer seiner Schüler, Gahn [2]), thätig. Schon in der Commentatio de tubo etc. wird Gahn von Bergman als derjenige genannt, welcher die Anwendung des Löthrohrs zur Prüfung von Mineralien besonders vervollkommnet habe, und wahrscheinlich war es Gahn, welcher die meisten Versuche in Bergman's Werke angestellt hat, da dem erstern sein Gesundheitszustand nicht erlaubte, sich dauernd solchen Untersuchungen hinzugeben. Das Löthrohr blieb auch später der von Gahn mit Vorliebe angewandte analy-

[1]) Bergman bediente sich nicht nur der Kohle zur Unterlage, sondern auch metallener Löffelchen, von Silber oder Gold; Scheele, der von 1774 an gleichfalls einzelne Löthrohrreactionen, z. B. über den Braunstein, das Molybdän u. a., in seinen Abhandlungen mittheilte, wählte ein Silberblech zur Unterlage. Die Anwendung des Platinblechs geschah erst viel später.

[2]) Johann Gottlieb Gahn war 1745 auf den Worna-Eisenwerken (Provinz Helsingland) in Schweden geboren, wo sein Vater als Zahlmeister lebte. Seine erste Ausbildung erhielt er auf der Schule zu Westerås; 1760 bezog er die Universität Upsala, wo er sich besonders mit Chemie und Mineralogie beschäftigte, und Bergman's vertrautester Gehülfe bei allen Arbeiten des letztern wurde. 1770 nahm Gahn seinen Aufenthalt zu Fahlun, wo er, von der Regierung beauftragt, den Kupferschmelzproceß mit großem Erfolge zu verbessern suchte; bald darauf wurde er Verwalter des Bergbaues zu Stora-Kopperberg. Er beschäftigte sich in dieser Stellung viel mit der Nutzung aller Arten von mineralischen Producten, und gründete mehrere für Schweden neue Fabrikationszweige. 1782 wurde er zum Bergmeister ernannt, 1784 zum Assessor des Bergcollegiums zu Stockholm. Hier lebte er bis 1818, wo er zu Ende dieses Jahres starb. — Gahn publicirte von seinen zahlreichen Arbeiten nur sehr wenig; das meiste theilte er seinen Freunden zur Benutzung mit, hauptsächlich Bergman, die nicht immer gewissenhaft ihm seinen Antheil an den neuen Entdeckungen wahrten, so daß über viele Beobachtungen Unsicherheit herrscht, ob sie von den ersten Berichterstattern derselben oder von Gahn zuerst gemacht wurden.

Digitized by Google

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

tische Apparat, mit welchem dieser alle ihm zugänglichen unorganischen Stoffe untersuchte, und er erlangte in der Handhabung desselben die größte Fertigkeit, in der Auswahl der Reagentien, in den Schlußfolgerungen aus den Reactionen die größte Sicherheit. Gahn hat hinsichtlich des Praktischen im Gebrauche des Löthrohrs die Grundlage der jetzigen Anwendung dieses Instrumentes festgestellt; von ihm geht die Anwendung des Platindrathes zu Löthrohrproben, die Entdeckung der Kobaltsolution als eines Löthrohrreagens, die Einrichtung des gewöhnlichen Tisches zu Löthrohrversuchen aus. Er selbst publicirte indeß nie etwas weder über seine Methode, noch über die Resultate seiner Forschungen; daß diese uns erhalten sind, verdanken wir Berzelius, der in den letzten Jahren von Gahn's Leben dessen vertrautesten Umgang genoß, seine Verfahrungsweisen kennen lernte, weiter ausbildete und bekannt machte. Eine Mittheilung von Gahn über die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie lag dem zu Grunde, was Berzelius 1812 bei der Herausgabe seines Lehrbuchs in diesem über jenen Gegenstand vortrug. Berzelius selbst verfolgte diesen Gegenstand weiter, und bestimmte für sämmtliche Glieder des Mineralreichs ihr Verhalten vor dem Löthrohre mit einer Genauigkeit und Ausdauer, so daß von dieser Seite die Kennzeichenlehre der Mineralogie mit Einem Male ein neues und in großer Vollendung ausgearbeitetes Kapitel erhielt. Die Frucht dieser Bemühungen von Berzelius war seine Schrift über die Anwendung des Löthrohrs (im Schwedischen zuerst 1820 erschienen), welche den Gebrauch dieses Instrumentes unter den Chemikern und Mineralogen aller Nationen erst allgemein gemacht hat.

Weit weniger Beachtung als in Schweden fand das Löthrohr um die Zeit des Anfangs unsers Jahrhunderts in den anderen Ländern Europa's. In der Schweiz hatte nur H. B. von Sauſſure [1]) sich mehrfach damit

[1]) Horace Benedicte de Sauſſure war geboren 1740 zu Genf, wo er schon in seinem 22. Jahre Professor der Naturwissenschaften wurde. Sauſſure zeichnete sich aus in der Geologie und Mineralogie, wofür er Reisen in Frankreich, England und Italien anstellte und viele Excursionen in die Alpen unternahm, welche er in seinen Voyages dans les Alpes (1779—1796) beschrieb; in der Meteorologie, die ihm viele Beobachtungen und richtige Erklärungen verdankt; in der Physik, welche er mit seinen Essais sur l'hygrométrie bereicherte. Er starb zu Genf 1799. H. B. von Sauſſure war der Sohn Nicolas' von Sauſſure, eines durch seine Werke über Ackerbau berühmten Schriftstellers, und der Vater von Theodor von Sauſſure,

Digitized by Google

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

beschäftigt, der es auf seinen Reisen in den Alpen zur schnellen Erkennung und Unterscheidung der Mineralien gebrauchte, und dessen Erfahrungen über die Anwendung und die Anzeigen dieses Instruments 1794 den Chemikern bekannter wurden; seine Methoden stehen indeß hinter denen Gahn's weit zurück. In Deutschland machte Hausmann [1]) 1810 eine Abhandlung über die Untersuchung der Fossilien mit dem Löthrohre bekannt. In England beschäftigte sich Wollaston viel mit Löthrohruntersuchungen, die er durch die Anwendung des Platinblechs erleichterte; er hat indeß nichts über den Gebrauch dieses Apparates veröffentlicht. — Nach dem Bekanntwerden von Berzelius' Anleitung zu Löthrohrversuchen beschäftigten sich in Deutschland, England und Frankreich viele Mineralogen und Chemiker damit, und vermehrten die Kenntnisse über die Reactionen der einzelnen Substanzen. Was durch die vereinten Bemühungen dieser und die fortgesetzten Arbeiten von Berzelius erkannt worden ist, bildet unser heutiges Wissen über die Anwendung des Löthrohrs überhaupt zu qualitativen Untersuchungen; die Geschichte der Chemie hat über dieses nicht zu berichten, ebenso wenig über neue Anwendungen des Löthrohrs, welche ganz der Gegenwart angehören, wie z. B. zu quantitativen Bestimmungen. Wir beendigen somit die Berichterstattung über die Entwicklung der analytischen Operationen auf trocknem Wege, und gehen zu dem zweiten Abschnitte der Geschichte der analytischen Chemie über, zu der Darstellung, wie sich die Kunst, auf nassem Wege zu analysiren, herausbildete.

---

der gleichfalls für die Agricultur durch seine chemischen Untersuchungen so Ausgezeichnetes gewirkt hat.

[1]) Johann Friedrich Hausmann ist geboren zu Hannover 1782; er studirte zu Göttingen, und wurde 1803 als Auditor bei dem Bergamte in Clausthal, 1805 als Secretär beim Berg- und Hüttenwesen in Braunschweig angestellt. 1806 unternahm er seine berühmte Reise nach Schweden und Norwegen. Von der westphälischen Regierung wurde er 1809 zum Generalinspector der Berg-, Hütten- und Salzwerke ernannt, welche Stelle er aber bald wieder aufgab; seit 1811 wirkt er zu Göttingen als Professor der Technologie und Bergwerkswissenschaft. Von seinen zahlreichen Schriften nennen wir hier nur die auf Mineralogie im engern Sinne gehenden, weil wir die Geschichte dieser Wissenschaft in Bezug auf ihr Verhältniß zur Chemie weiter unten zu besprechen haben. Es erschienen von ihm »Krystallographische Beiträge« (1803), »Entwurf zu einer Einleitung in die Oryktognosie« (1805), »Entwurf eines Systems der unorganisirten Naturkörper« (1809), »Handbuch der Mineralogie« (zuerst 1813, 2. Aufl. 1828).

Digitized by Google

Analytische Operationen auf nassem Wege.

Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege.

Die analytischen Operationen auf trocknem Wege wurden zunächst dadurch veranlaßt, daß man die ganze Menge eines bekannten Bestandtheils aus einer Verbindung ausscheiden wollte; im Gegensatz hierzu bot das Bestreben, sich über die bloße Anwesenheit eines bestimmten Stoffs in einem Körper zu belehren, den Anlaß zu den analytischen Operationen auf nassem Wege. Bei der Ausübung gewisser Künste, bei der Arzneibereitung, mußte sich schon früh Aufforderung bieten zur Untersuchung, ob gewisse Substanzen, die man anwenden wollte, wirklich die gehörige Beschaffenheit hätten, insofern, daß ihnen nicht ein anderer Stoff zugemengt sei, der den gewünschten Erfolg stören könne; und es genügte hier, nur zu entscheiden, ob ein solcher Stoff vorhanden sei oder nicht; es bedurfte nicht der Entscheidung, in welcher Menge allenfalls dieser Stoff zugegen sei. Die Verfälschungen der in der Technik und in der Pharmacie angewandten Körper ließen auf Mittel denken, sich vor ihnen sicher zu stellen, und zwar auf möglichst leicht ausführbare Weise, und diese fand man in der Reaction auf nassem Wege. Später wandte man diese Verfahrungsweise auch an, um überhaupt auf den Gehalt einer Verbindung an Bestandtheilen (nicht bloß an künstlich zugesetzten, sondern auch an natürlichen) zu schließen, und namentlich die Untersuchung der Mineralwasser war es, an welche sich bald die analytische Chemie auf nassem Wege vorzugsweise anlehnte. Ueber ihren Gehalt an wirksamen Bestandtheilen zu entscheiden, fand man sich schon früh veranlaßt; man suchte nach Mitteln, sie zu bestimmen, und in diesen Versuchen hauptsächlich bildete sich die analytische Chemie auf nassem Wege aus.

In diesem Abschnitte haben wir also besonders zu betrachten die erste Benutzung von Reagentien überhaupt, die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, die Entdeckung von Scheidungsmethoden auf nassem Wege, die Auffindung einer Methode der Analyse auf nassem Wege, wie sie sich hauptsächlich an der Untersuchung von Mineralwassern heranbildete, die

Digitized by Google

allgemeine Anwendung dieser Art von Analyse auf alle Körper endlich, namentlich auch ihre Vervollkommnung zu quantitativer Forschung.

Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege.

Der erste Versuch von analytischen Operationen auf nassem Wege scheint durch Verfälschung oft gebrauchter Substanzen hervorgerufen worden zu sein, und der Reactionen in diesem Sinne bediente man sich, soviel uns bekannt ist, erst zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung. Der einfachste und am frühsten erkannte Fall mochte wohl der sein, wenn eine lösliche oder in Wasser aufweichende Substanz mit einer unlöslichen und harten verfälscht war, wo die bloße Behandlung mit Wasser hinreichend ist, die letztere wahrnehmen zu lassen. Eine solche Prüfung schreibt Dioscorides vor, wo er der Verfälschung des Grünspans durch beigemengten Bimsstein oder Marmor erwähnt; man soll eine kleine Menge der Substanz mit dem nassen Finger reiben, wo sich die verfälschende Substanz durch das Gefühl offenbare.

Entdeckung der Reagentien.

Dieses Verfahren ist kaum ein chemisches zu nennen, wohl aber ein anderes, gleichfalls von Dioscorides vorgeschlagenes, welches zwar eigentlich in den vorigen Abschnitt gehört, hier indeß besser seine Stelle findet. Die Verfälschung des Grünspans mit Chalcanthum (Vitriol) soll nämlich erkannt werden, indem man ihn auf einer heißen Klinge erhitzt, wo er (bei Gehalt an Eisenvitriol) roth wird. Dieselbe Prüfung schreibt Plinius vor, giebt aber auch zugleich Kenntniß von noch einem andern Verfahren, der ersten chemischen Reaction auf nassem Wege. Die Verfälschung des Grünspans mit Eisenvitriol wird nämlich nach ihm auch dadurch erkannt, daß man ihn auf ein mit Galläpfeln gebeiztes Papier legt, welches durch den Vitriol schwarz wird (Deprehenditur et papyro, galla prius macerato; nigrescit enim statim aerugine illita).

Die Galläpfel boten also das erste Reagens dar, und mittelst ihrer bereitete man auch das erste Reagenspapier. Ihr Saft und der der Granatäpfel wurde auch damals schon in flüssiger Form angewandt, um auf die chemische Natur einer Substanz schließen zu lassen. Die Substanz, welche Plinius alumen nennt, kommt nach ihm in zwei Formen vor, von welchen sich die flüssige durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften auf ihre Aechtheit prüfen läßt. Hujus (substantiae, sc. aluminis) quoque duae species, liquidum spissumque; liquidi probatio ut sit limpidum lacteumque; — — an sit adulteratum deprehenditur succo Punici mali; sincerum enim mixtura ea nigrescit.

Digitized by Google

Entdeckung der Reagentien.

Diese Stelle soll uns hier nur über den Gebrauch des ersten Reagens Aufschluß geben, nicht aber haben wir hier über das, was durch die Reaction eigentlich angezeigt wurde, und inwiefern auf die Substanz alumen die Reaction paßt, uns auszusprechen (vergl. Alumen im III. Theile).

So lauten die ersten Nachrichten von analytischem Verfahren auf nassem Wege, und außer dem hier Angeführten ist uns von den Alten nichts überliefert worden, was die Geschichte der analytischen Chemie in dieser Beziehung anzuführen hätte. Einige Angaben müssen wir indeß doch noch beibringen in Betreff eines Gegenstandes, der für die Scheidekunst auf nassem Wege bald den nächsten Anlaß zu weiterer Vervollkommnung bot, in Betreff der Bestandtheile der Mineralquellen nämlich.

Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Die Kenntnisse der Alten über die Mineralwasser in chemischer Beziehung lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Sie wußten, daß feste Bestandtheile, in reinem Wasser aufgelöst, die meisten mineralischen Quellen constituiren; auf die Natur jener festen Bestandtheile schlossen sie mehr aus physikalischen Kennzeichen, aus dem Geschmacke namentlich, als aus chemischen; die Schwefel enthaltenden Quellen erkannte man aus dem Absatze des ersteren.

So wirken nach Plinius die Mineralwasser in Folge ihrer verschiedenen Beimischungen, aliae sulphuris, aliae aluminis, aliae salis, aliae nitri, aliae bituminis, nonnullae etiam acida salsave mistura. — Von Archigenes aus Apamea, einem berühmten Arzte, der in Rom zu Trajan's Zeit (um 100 n. Chr.) seine Kunst ausübte, stammt die Eintheilung in aquas nitrosas, aluminosas, salinas und sulphuratas. Diese Eintheilung ist die jetzt noch oft angeführte; um sie richtig zu verstehen, muß man nicht vergessen, was die Alten unter nitrum und alumen verstanden (es kann dies indeß erst im III. Theile ausführlicher besprochen werden), daß nämlich aluminosum und nitrosum nicht alaunartig und salpeterartig nach heutigen Begriffen sind, sondern eisenhaltig und laugensalzig; und des Archigenes' Eintheilung ist somit: alkalische Wasser (Seifenwasser), Stahlwasser, Salzquellen, Schwefelquellen.

Da die Alten den Gehalt des Wassers an anderen Bestandtheilen nicht durch Reagentien untersuchten, so mußten sie sich, um über die Reinheit desselben urtheilen zu können, andere Kennzeichen aufsuchen. Nach Hippocrates' Bemerkung schon ist dasjenige Wasser das gesundeste (und reinste), welches am schnellsten heiß und wieder kalt wird. Desselben schwankenden

Digitized by Google

Kriteriums bediente man ſich noch zu Plinius' Zeiten. Reines Waſſer kocht zwar eher als ſalzhaltiges, aber der Unterſchied iſt doch nicht bedeutend genug, um ein ſicheres Kennzeichen abgeben zu können. Vitruvius giebt als eine Methode, die verſchiedene Reinheit des Waſſers zu unterſuchen, an, daß man es abdampfen ſolle, ob es größern oder geringern Rückſtand hinterlaſſe. Auch daß in reinem Waſſer ſich Hülſenfrüchte eher weich kochen, als in ſolchem, welches Beimiſchungen enthält, war den Alten bekannt. Unterſuchung der Mineralwaſſer bei den Alten.

Keine Spur, daß die analytiſche Chemie auf naſſem Wege einen Fortſchritt gemacht habe, findet ſich bei den Völkern, welche nach den Römern als chemiſche Kenntniſſe beſitzend zu beachten ſind. Die Alexandriner ſcheinen von der Kunſt der chemiſchen Analyſe nichts gewußt zu haben; bei den Arabern treffen wir nur Vervollkommnung der Operationen auf trocknem Wege. Erſt bei den Abendländern, ſeit dem 13. Jahrhundert, werden wieder Operationen erwähnt, denen wir hier Aufmerkſamkeit ſchenken müſſen. Auch ſie, wie alle analytiſchen Arbeiten jener Zeit, ſtehen in Beziehung zu der Erkennung und Beſtimmung edler Metalle. Im Anfange werden ſie nur ganz gelegentlich angemerkt, und man ſieht deutlich, daß man damals auf dieſe Art, die Beſtandtheile zu beſtimmen, nur geringen Werth legte. Albertus Magnus erwähnt in ſeiner Schrift Compositum de compositis bei den Eigenſchaften der Salpeterſäure, daß ſie auch das Gold vom Silber ſcheidet. Aurum ab argento separat (die Säure), das iſt die ganze Beſchreibung, die er von der erſten Trennung zweier Metalle auf naſſem Wege giebt. Kenntniſſe über die Reagentien bei den Alchemiſten.

Mehr hierhergehörige Verfahrungsweiſen kennt Baſilius Valentinus; es geht dies indeß mehr aus den Reſultaten hervor, die er anführt (vergl. I. Theil, Seite 79), als daß er ſeine Methoden genauer mittheilte. Einen Körper, der als Beſtandtheil in eine Verbindung eingegangen iſt, wieder iſoliren, heißt bei ihm gewöhnlich: ihm die verlorene Farbe wiedergeben, und hierfür giebt er an vielen Stellen dem Verfahren auf naſſem Wege den Vorzug. In dem I. Buche ſeines letzten Teſtaments ſpricht er z. B. von der Schwierigkeit, aus einer Legirung von viel Kupfer mit wenig Silber das letztere wieder abzuſcheiden: »Das Silber nun aus dem Kupfer zu bringen und ihm ſeine eigene Farbe wiederzugeben, iſt eine große Kunſt, welche die Schmelzer nicht wiſſen, ſondern ſie gehört in die chymiſche Kunſt und in das Laboratorium.« Aber über die Einzelnheiten der Kunſt theilt er nichts mit, nur im Allgemeinen ſpricht er, z. B. in derſelben

Digitized by Google

Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Schrift, wo er von dem reinen und unreinen Metalle handelt, und von den Mitteln, das letztere rein zu machen: »Man legt große Unkosten,« drückt er sich aus, »auf die scharfen Wasser (Säuren), damit man die höheren Metalle auseinander bringt; man thut es auch, wie man es nennt, im Guß, — — — besser ist's gethan mit einer Lauge.« Basilius Valentinus setzt übrigens zuerst die Analyse auf nassem Wege der auf trocknem Wege entgegen; in seinen Schlußreden sagt er: »Zuletzt merke, daß die Philosophi zween Wege gehabt, den nassen Weg, welchen ich gebraucht habe, sodann den trocknen Weg.« Allein er geht auf keine nähere Erläuterung ein.

Agricola's Kenntnisse über Reagentien.

Agricola, über dessen analytische Kenntnisse wir nun zu berichten haben, theilt dieselben offener mit. Größtentheils wandte er dabei, wie wir oben gesehen haben, den trocknen Weg an; von seinen Operationen auf nassem Wege sind folgende hervorzuheben. Die Scheidung des Goldes vom Silber beschreibt er zuerst genau im 10. Buche de re metallica. Das goldhaltige Silber wird fein vertheilt und mit Salpetersäure behandelt; residet in fundo aurum colore nigricans, argentum cum aqua permistum supernatat. Auch viele Cemente schreibt er zu dieser Trennung vor, welche meist Eisenvitriol enthalten; doch kann ich keine deutliche Nachricht bei ihm finden, daß er die Säure dieses Salzes zur Abscheidung des Silbers vom Gold bereits gebraucht habe.

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Agricola's Zeitgenosse, Paracelsus, kannte gleichfalls die Trennung des Goldes vom Silber durch Scheidewasser, und beschreibt sie ausführlich. Wichtiger aber wird noch Paracelsus, weil er die Reihe derer eröffnet, welche der chemischen Untersuchung der Mineralwasser größere Aufmerksamkeit schenken. Seine Methoden hat er zwar nicht genau mitgetheilt, und die Analysen, die er mitunter angiebt, sind wohl schwerlich die Resultate wirklich angestellter Versuche. Eine wichtige Reaction indeß ist durch ihn bekannt geworden, die Bestimmung der eisenhaltigen Wasser durch Galläpfeltinctur.

Nach Paracelsus kam eine ganze Schaar von Pfuschern, welche die Zusammensetzung der Mineralwasser zum Gegenstande ihrer Forschung machten; ihr Oberhaupt ist Thurneysser, besonders in seiner Schrift »Pison oder von kalten, warmen, minerischen und metallischen Wassern« (1572). Um die wirksamen Bestandtheile der Mineralquellen zu finden, war die damals eingeschlagene Methode im Allgemeinen folgende: Ein-

Digitized by Google

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Gefäß (die Mensur) ist im Innern mit einem in 24 Theile getheilten Maßstabe versehen, an dem ein Bleiloth befestigt ist, zur verticalen Stellung des Gefäßes. Dieses hält, bis an den obersten Theilstrich gefüllt, ein halb Pfund Regenwasser (das Gewicht soll immer bürgerliches Nürnbergisches sein, das Pfund zu 32 Loth). Es wird die Mensur mit dem zu untersuchenden Wasser bis zum obersten Theilstrich gefüllt und gewogen; der Ueberschuß an Gewicht, den das Mineralwasser in Vergleich mit reinem Wasser zeigt, läßt schon auf den Gehalt an fremden Bestandtheilen schließen. Die in der Mensur abgemessene Menge Wasser wird abdestillirt (in verschiedenen Graden, deren nähere Besprechung aber hier nicht nöthig ist); der Rückstand wird gewogen, gepulvert, wieder aufgelöst und zur Krystallisation gebracht. Die erhaltenen Krystalle werden geglüht; was verbrennt, ist Nitrum, was in Wasser leicht löslich ist und im Glühen roth wird, ist Vitriol, was in Wasser nicht leicht löslich ist, wird als Blei bestimmt. Was nicht krystallisirt ist, wird Salz genannt; nur in schwefelhaltigen Wassern ist diese Portion als Schwefel anzusehen. — Auch das Destillat soll besonders untersucht und deßhalb nochmals abgedampft werden; wird der Rückstand daraus beim Glühen blau, so enthält das Mineralwasser Silber oder Gold; verflüchtigt er sich, Quecksilber; wird er braun, Kupfer; bleibt er weiß, Zinn.

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

Aus solchem Unsinn, aus solchen Widersprüchen entwickelt sich die heutige Mineralwasseranalyse. — Besser als die meisten Analytiker des 16. Jahrhunderts verstand Libavius die Kunst, die Mineralwasser zu zerlegen. Auch Libavius befolgt im Allgemeinen die Methode der Zerlegung auf trocknem Wege, und in seiner Anleitung zur Probirkunst giebt er nichts Anderes, als was schon Agricola mitgetheilt hatte; in seinem Buche de judicio aquarum mineralium operirt er jedoch auf nassem Wege, und vermeidet hier wenigstens die groben Irrthümer, welche die Verfahrungsweisen seiner Vorgänger entstellen. Die Untersuchung des Mineralwassers soll in der Nähe der Quelle vorgenommen werden, damit nicht die gasförmigen Bestandtheile (spiritus) bei längerem Transporte entweichen. Zuerst wird die segregatio spirituum vorgenommen; eine bestimmte Menge des Wassers wird in eine Retorte gethan, an welche die Vorlage dicht angekittet ist; diese letztere wird überdies sehr kalt gehalten. Bei sehr gelinder Wärme wird nun destillirt, in der Vorlage sammeln sich die spiritus (mit Gas sehr stark geschwängertes Wasser). — Darauf folgt die Trennung des Wassers

Digitized by Google

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

von den festen Bestandtheilen, segregatio aquositatis et contentorum. Eine bestimmte Menge Wasser wird im Aschenbad bis zur Honigconsistenz abgedampft; in diese concentrirte Lösung steckt man Halme oder Bindfaden, und wartet die Krystallisation ab. Durch diese soll man den Alaun von dem Vitriol, das (Koch-) Salz von dem Salpeter u. s. w. unterscheiden. Auch die Sublimation des Rückstandes lasse zwar in einigen Fällen den einen Bestandtheil von dem andern trennen, allein krystallisiren lassen, die Mutterlauge weiter abdampfen und wieder zur Krystallisation bringen und so fort, bleibt doch das hauptsächlichste Mittel zur Erkennung der in dem Wasser enthaltenen Salze. Um ganz allgemein zu entscheiden, ob ein Wasser mineralisch ist, kann man sich auch nach Libavius des einfachen Mittels bedienen, ein leinenes Tuch mit dem fraglichen Wasser zu tränken und trocknen zu lassen; die Zunahme an Gewicht lasse auf die Größe des Gehalts an mineralischen Substanzen schließen. — Reagentien wandte Libavius sehr wenig an, er kannte jedoch die Eigenschaft der eisenhaltigen Quellen, mit dem Safte mehrerer Pflanzen, der Eichen, Erlen, Galläpfel z. B., sich zu schwärzen, allein er bemerkt, daß dunkle Färbung durch Anwendung dieser Mittel auch bei solchen Wassern eintrete, in welchen Kupfervitriol aufgelöst ist, und hält hiernach das in dem Schwalbacher Weinbrunnen enthaltene Metall für Kupfer. Evenit aliquando, sagt er, ut aqua vinei fontis Langensalbensis deferretur in vasculis e quercu recentibus. Ea inter portandum nigra evasit tanquam atramentum sutorium. Indicio est, illas aquas multo corporali chalcantho (Kupfersalz) constare, id quod arguitur quoque flore puniceo. Sed et ferri minera indicatur. Nam hujus quoque, ut et aeris vitriolo, nigrantur aquae. — So unsicher war die Kenntniß des Chemikers, der um 1600 der ausgezeichnetste seines Faches war. Farbe, Geruch und Geschmack der Mineralwasser bilden ihm noch außerdem die vorzüglichsten Anhaltspunkte zur Bestimmung ihrer Bestandtheile.

Um sich diesen fortwährend so unvollkommnen Zustand der analytischen Chemie zu erklären, muß man sich der Unsicherheit erinnern, welche damals noch über den Begriff von Bestandtheilen, von Verbindungen u. s. w. herrschte. Die Ansicht, daß eine Verwandlung der Metalle durch chemische Hülfsmittel möglich sei, daß die verschiedenartigsten Stoffe in einander übergeführt werden können, bildete das größte Hinderniß für die Ausbildung der analytischen Chemie. Van Helmont mußte noch bewei-

Digitized by Google

sen, daß ein Metall durch die Auflösung nicht zerstört wird, sondern daß es noch ganz in der Auflösung enthalten ist. Scheele mußte viel später noch zeigen, daß sich die Kieselerde nicht in Alaunerde verwandeln läßt. Die ausgezeichnetsten Chemiker des 17. Jahrhunderts waren noch der Meinung, daß die Laugensalze durch Einwirkung des Feuers auf Holz, Weinstein u. s. w. geschaffen werden, nicht, daß sie darin schon fertig gebildet enthalten sind; man glaubte damals noch, ein Alkali lasse sich durch zweckmäßige chemische Behandlung in eine Säure verwandeln, und auch den umgekehrten Erfolg könne ein geschickter Chemiker erreichen. Wie konnte aber in jener Zeit, wo von Vielen noch die Ausziehung eines Bestandtheils für eine Schaffung desselben gehalten wurde, von Erfolg in der analytischen Chemie die Rede sein, wie von Zuverlässigkeit über die Angabe des Vorkommens mehrerer Erden bei einander in derselben Verbindung, wenn man durch chemische Mittel die eine derselben in die andere überzuführen können glaubte?

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.

Ich werde noch in diesem Theile die Entwicklung der Kenntnisse über Bestandtheile, chemische Verbindung u. s. w. weitläufiger besprechen; hier kann ich nur anführen, daß von der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts an richtigere Ansichten über diese Gegenstände, über die Unveränderlichkeit der Bestandtheile, wenn sie auch in chemische Verbindungen eingehen, bei einzelnen besseren Chemikern sich langsam Bahn brachen. Man lernte die Zusammensetzung mehrerer Verbindungen, vieler Salze namentlich, kennen; van Helmont, Glauber und Andere erwarben sich darum wesentliche Verdienste, Tachenius außerdem noch besonders dadurch, daß er die genauere Kenntniß mehrerer Reagentien erweiterte. Sein Hippocrates chemicus (1666) schließt schätzbare hierher bezügliche Erfahrungen ein. Tachenius prüfte die Wirkung der Galläpfeltinctur auf Kupfer, Blei, Eisen, Quecksilber u. a., und unterschied die Farben der entstehenden Niederschläge; er erkannte die reducirenden Wirkungen dieses Reagens auf Goldsolution. Er nahm wahr, daß die Auflösung des Aetzsublimats in Wasser durch feste und flüchtige Laugensalze verschieden gefällt wird. Seine analytischen Kenntnisse befähigten ihn zu mehreren Urtheilen, welche seine unwissenderen Vorgänger nicht abgeben konnten. So z. B. behauptete er, daß das Eisen innerlich angewandt nicht durch den Harn secernirt werde, auf den Grund hin, weil sich in diesem durch Galläpfeltinctur kein Eisen nachweisen lasse. Dem Rosenwasser schrieb man seiner Zeit eine wurmabtreibende Kraft zu; er zeigte, daß diese auf einem Gehalt an Kupfer beruht, welchen das Wasser

Tachenius.

Digitized by Google

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.

aus den kupfernen Destillirgeräthschaften an sich zieht, und bewies die Richtigkeit seiner Behauptung, indem er das Kupfer aus dem Rosenwasser durch Kali ausfällte. Er zeigte den Unterschied des gemeinen Wassers vom destillirten, und daß ersteres stets Salz enthalte, denn es gebe mit Silberlösung einen Niederschlag wie eigens zubereitetes Salzwasser. — Solche Kenntnisse in der analytischen Chemie besaßen damals nur sehr Wenige.

Boyle.

Doch wird Tachenius in dieser Beziehung noch übertroffen durch Boyle. Kein Chemiker jener Zeit erkannte so wie Boyle die Unvollkommenheit der damaligen Analysirmethoden, namentlich schienen ihm alle die Zerlegungen, welche die Elementarconstitution eines Körpers darthun sollten, in keiner Weise diesem Zwecke zu genügen. Die Ansicht, daß das Feuer das kräftigste Agens sei, um eine Substanz in ihre letzten Bestandtheile zu zerlegen, bestritt er mit Erfolg durch die Bemerkung, daß ja das Feuer nicht einmal unter allen Umstanden gleichmäßig auf dieselbe Substanz einwirke, anders nämlich bei der Erhitzung an der Luft, anders in verschlossenen Gefäßen. Seine richtigeren Ansichten über den Begriff einer chemischen Verbindung, eines Bestandtheils und ähnliche Gegenstände (vergl. den Abschnitt: Chemische Verbindung, in diesem Theile) setzten ihn in den Stand, mit mehr Erfolg als alle Früheren für die analytische Chemie thätig zu sein. Weniger beschäftigte ihn dabei die Aufsuchung der Elemente in den verschiedenen chemischen Verbindungen, als vielmehr die Ermittlung der nachweisbaren näheren Bestandtheile in ihnen. Sein Chemista scepticus enthält ausgezeichnete Betrachtungen über die Richtung, welche die analytische Chemie damals allein mit Nutzen verfolgen konnte; ich verschiebe die genauere Mittheilung dieser Betrachtungen bis zu dem Abschnitte, welcher die Geschichte der Ansichten über die chemischen Elemente vollständiger enthält. Hier wollen wir nur noch bemerken, daß auch die Bezeichnung Analyse im chemischen Sinne sich zuerst bei Boyle gebraucht findet, wenigstens wird dies Wort bei ihm immer noch als ein neues und nicht Allen sogleich verständliches im Druck hervorgehoben. So namentlich in dem Chemista scepticus, wo er davon spricht, daß das Feuer nicht unbedingt als das zerlegende Agens angesehen werden könne; z. B.: Hoc observabo, quod uti consideratu dignum est in mixtorum corporum Analysi, ignis ne in ea agat, quando aperto aëri sunt exposita, an quando obturatis vasis inclusa, ita non parvi sit momenti gradus ignis, quo Analysin molimur. Oder: Nos velint (die Anhänger der alten Meinung) judicare, divisionem

Digitized by Google

igne factam veram esse in sua principia Analysin, ejusdemque producta appellationem corporum elementarium mereri. Oder: Hinc inferre nobis licet, ignem universalem omnium corporum mixtorum Analystam haud esse, cum ex metallis et mineralibus, in quibus Chymici operam suam maxime collocarunt, vix ulla appareant, quorum Analysin igne instituere queant. Und ſo finden ſich noch viele Stellen bei ihm.

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

Nachdem wir ſo die Einführung des jetzigen Namens für den Zweig unſerer Wiſſenſchaft, deſſen Geſchichte uns eben beſchäftigt, kennen gelernt haben, wollen wir die analytiſchen Kenntniſſe Boyle's etwas genauer betrachten. Es ſind dieſe in ſo vielen einzelnen Schriften zerſtreut, daß die ſpeciellere Angabe für jede einzelne Wahrnehmung hier zu weitläufig würde. Seine Kenntniß der Reagentien iſt es, welche uns hier am meiſten intereſſirt, und dieſe wollen wir in Einer Zuſammenſtellung geben.

Säuren im Allgemeinen erkannte Boyle durch die rothe Färbung des Saftes von Lackmus, Veilchen und Kornblumen; Alkalien durch die rothe Färbung gelber Pflanzenfarben und durch die grüne des Veilchen- und Kornblumenſaftes; auch dadurch, daß jede Klaſſe dieſer Körper die Farbe wieder herſtellt, welche die andere verändert hatte. Die Pflanzenſäfte wandte Boyle als Tincturen oder auch auf Papier ausgedrückt an; er hatte die Einwirkung der Säuren wie der Alkalien auf eine große Menge der verſchiedenartigſten Pflanzen unterſucht. — Von den Säuren erkannte er die Schwefelſäure durch ihre Fällung mit Kalkſalzen, die Salzſäure mittelſt Silberlöſung. — Von den Alkalien unterſchied er das Ammoniak durch den weißen Nebel, den es mit Dämpfen von Salzſäure oder Salpeterſäure macht. Auch war ihm bekannt, daß das flüchtige Laugenſalz die Sublimatlöſung anders fällt als das fixe. Reagens auf Kalk war ihm die Schwefelſäure. — Das Kochſalz erkannte er durch die Silberſolution und ſchlug dieſe bereits vor, den Salzgehalt des Meeres quantitativ feſtzuſtellen; hier findet ſich auch die erſte Angabe über die Empfindlichkeit eines Reagens, daß nämlich 1 Theil Salz, in 3000 Theilen deſtillirten Waſſers gelöſt, noch durch Silberſolution angezeigt wird. — Ueber die Reactionen der Metalle wußte Boyle, daß eine kupferhaltige Flüſſigkeit durch Ammoniak blau gefärbt, eine ſilberhaltige durch Salzſäure niedergeſchlagen wird; daß Gold, wie auch Silber, ſich aus ſeiner Löſung durch einen Zuſatz von Queckſilber ausſcheidet; daß eiſenhaltige Flüſſigkeiten der Eichenlaub-, Blau-

Digitized by Google

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

holz- und Galläpfeltinctur eine schwarze Farbe mittheilen, und wies vermittelst dieser Reaction Eisen im Blutstein nach; endlich, daß eisenhaltige Fossilien sich auch durch ihre Wirkung auf den Magnet erkennen lassen, wie er denn auf diese Art den Eisengehalt der Granaten nachwies. Boyle klagt, daß es sehr schwer zu erkennen sei, ob eine Flüssigkeit weißen Arsenik aufgelöst enthalte; als Reagens dafür giebt er Sublimatlösung an, welche einen weißen Niederschlag hervorbringe. Von Trennungen auf nassem Wege, die er kannte, erwähne ich der Scheidung des Kupfers von Gold durch Salpetersäure, und des Silbers vom Kupfer durch Auflösen und Fällen mit Kupfer.

Untersuchung der Mineralwasser im 17. Jahrhundert.

In den anderen Ländern war man damals weit entfernt, ebenso unterrichtet in der chemischen Analyse zu sein, oder nur Boyle's Belehrung gehörig zu nützen. Die qualitative Zerlegung auf nassem Wege wurde wenig betrieben; quantitative Resultate mittelst dieser Methode zu erreichen, galt fast für unmöglich. Charakteristisch für die analytischen Kenntnisse der Chemiker jener Zeit ist eine Abhandlung des würtembergischen Leibarztes Rosinus Lentilius (aus Kurland gebürtig), welche in die Ephemeriden der deutschen Naturforscher für 1686 aufgenommen ist, und über die Prüfung der Mineralwasser handelt. Die Reagentien sind die gewöhnlichsten Säuren und Salzlösungen, aber eine bestimmtere Angabe über die Art ihrer Wirkung, ihren Gebrauch und ihre Anzeigen sucht man vergebens. Für sehr verwegen aber hält es Lentilius, daß Einige die in einer bestimmten Menge Mineralwassers enthaltenen Bestandtheile selbst dem Gewichte nach angeben wollen und dieses sogar bis auf Unzen und Drachmen berechnen. Zahlreich waren indeß die Chemiker damals noch nicht, auf welche ein solcher Vorwurf bezogen werden konnte. In Frankreich war man in der Kunst, Mineralwasser zu analysiren, um nichts weiter; noch 1667 suchte da ein Dr. Peter Givry zu beweisen, daß alle Mineralquellen nichts als Alaun und Eisen enthalten.

Welcher Art die analytischen Kenntnisse damals waren, geht genügend aus einzelnen Meinungen der bedeutendsten Chemiker hervor, welche nur bei vollkommener Unkenntniß der chemischen Zerlegungskunst sich aufstellen ließen; so z. B. aus Becher's Ansicht über die künstliche Erzeugung des Eisens, daß man es durch Glühen von Lehm mit Oel machen könne. Ebenso behauptete Kunkel, obgleich er den Schwefelgehalt im Zinnober und rohen Antimon nicht leugnete, doch, Bleiglanz, Rothgüldigerz und

Digitized by Google

Glaserz enthielten keinen Schwefel. Auf einem nicht unrichtigen Princip, allein in der Wahl der Mittel verfehlt, beruhte ſein für die quantitative Analyſe wichtiger Vorſchlag, die Menge von wirklicher Säure in dem an Stärke ſo verſchiedenen Scheidewaſſer in der Art zu beſtimmen, daß man Silber darin auflöſe, und dann abrauche, bis rothe Dämpfe zum Vorſchein kommen.

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 17. Jahrhundert.

Beſſere Einſicht in die Zerlegung der Mineralwaſſer als die Vorhingenannten hatten um das Ende des 17. Jahrhunderts Duclos in Frankreich und Hiärne in Schweden. Duclos [1]) unterſuchte 1670 viele franzöſiſche Mineralquellen, und wies in ihnen Kochſalz und eine gypsähnliche Subſtanz (es war wirklich Gyps) als Beſtandtheile nach. Auch er urtheilte noch über die Natur der Salze aus ihren äußeren Eigenſchaften, zu deren Beſtimmung er das Mikroſkop zu Hülfe nahm; doch bediente er ſich auch einiger Reagentien, nämlich Galläpfeltinctur, Lackmustinctur, Schwertlilienſaft und Eiſenvitriollöſung. Nach ihm wurden in Frankreich viele ſolcher Unterſuchungen ausgeführt, allein meiſt mit ſehr ſchlechten Reſultaten. So ſuchte C. J. Geoffroy 1724 das Mineralwaſſer zu Paſſy zu zerlegen und nachzumachen, und glaubte das letztere vollkommen zu erreichen, wenn er 10 Gran Eiſenvitriol zu 8 Unzen Waſſer ſetze. Er ließ ſomit den Wunſch und die Hoffnung noch nicht in Erfüllung gehen, welche ſchon Baco von Verulam in ſeiner Schrift de augmentatione scientiarum ausgeſprochen hatte, daß es den Fortſchritten der Chemie bald gelingen möge, alle Mineralwaſſer künſtlich genau nachzumachen. — Hiärne beſchrieb von 1679 bis 1702 viele ſchwediſche Mineralquellen in chemiſcher Beziehung, und bediente ſich dabei der damals bekannten Reagentien, zu deren weiterer Unterſuchung er aufforderte; 1707 erſchien von ihm Brevis manuductio ad fontes medicales et aquas minerales solerter investigandas, rite probandas, ex arte applicandas. In derſelben Art arbeitete auch Henkel 1720, der bei der Unterſuchung der Schlackenbäder zu Freiberg Galläpfeltinctur, Veilchenſaft, Säuren und Alkalien als Reagentien anwandte. — Aber weit übertroffen wurden alle dieſe durch Fr. Hoffmann, der ſeit 1703, wo er ſeine Methodus examinandi aquas salubres veröffentlichte, bis 1731 eine große Anzahl Mineralquellen chemiſch unterſuchte. Er wider-

[1]) Dominique Duclos, geboren 1623, ſtarb 1684 als Arzt und Mitglied der Akademie zu Paris.

Digitized by Google

Untersuchung der Mineralwasser im 18. Jahrhundert.

legte die Meinung der früheren Scheidekünstler, daß sich in den Mineralquellen Gold, Silber, Arsenik u. s. w. als Bestandtheile vorfänden, und bestritt auch zuerst, daß Alaun in den Mineralwassern vorkomme, es müsse denn in der Nähe einer Alaunformation sein. Er lehrte zuerst die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile unterscheiden. Einen luftförmigen Körper (die Kohlensäure) wies er als Bestandtheil in allen Sauerbrunnen nach, und bewies seine saure Eigenschaft. Das Eisen erkannte er als den häufigsten Bestandtheil der Gesundbrunnen, und lehrte es auffinden durch den Geschmack des Wassers, durch den sich von selbst absetzenden Eisenocher, durch gepulverte Galläpfel. Das Kupfer, das sich nach ihm nicht in Gesundbrunnen, sondern nur in Wassern aus Bergwerken findet, entdeckt er durch Präcipitation mittelst metallischen Eisens. Das Kochsalz macht sich erkennbar nach dem Abdampfen durch die Form seiner Krystalle, und dadurch, daß es mit Salpetersäure gemischt Königswasser giebt. Die alkalischen Wasser brausen mit Säure auf. Auf den Gehalt an Magnesia, einen bis dahin noch nicht als eigenthümlich betrachteten Körper, macht er zuerst aufmerksam; er unterscheidet das Bittersalz indeß nicht nach seinen chemischen Eigenschaften, sondern hält es auf seine besondere Krystallform und seinen Geschmack hin für ein eigenthümliches Salz. Die Schwefelwasser erkennt man nach ihm an dem Geruch und an der Schwärzung des Silbers, welche sie hervorbringen. Nach ihren hauptsächlichsten Bestandtheilen unterscheidet er allgemein die Mineralwasser als alkalische, eisenhaltige, Bitterwasser und Kalkwasser.

Bei allen Fortschritten, welche die Analyse auf nassem Wege durch Fr. Hoffmann's Bemühungen machte, schenkte man doch den chemischen Reactionen nur geringe Aufmerksamkeit; während jetzt die Eigenthümlichkeit eines neuen Stoffs nur durch die Angabe dieser bewiesen werden kann, begnügte man sich damals mit Berufung auf Geschmack und Krystallgestalt, und selbst diese Angaben vermißt man oft, wenn von der Erkennung einer einfacheren Substanz als einer neuen die Rede ist, wie z. B. bei Hoffmann's kurzer Angabe, daß im Thon eine Erde eigener Art enthalten sei, und bei Stahl's Bemerkung, daß das Kochsalz ein eigenthümliches Alkali in sich enthalte.

Auch andere Chemiker, welche ihre Behauptungen gut zu rechtfertigen wußten, bedienten sich dazu der Reactionen auf nassem Wege nur wenig. Als einer wichtigen Reaction, die man im Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckte, mag hier noch der Auffindung des Bleies bei der Weinverfälschung

Digitized by Google

durch Kalkschwefelleber Erwähnung geschehen [1]). Auf die Zusammensetzung der Körper wurde mehr aus der Synthese geschlossen als aus der Analyse, auf die Eigenthümlichkeit eines Körpers noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzugsweise aus seinen physikalischen Eigenschaften. So erforschte Brand 1735 die Zusammensetzung des weißen Vitriols, indem er zeigte, daß dieser Vitriol, mit Kupfer und Kohlenpulver zusammengeschmolzen, Messing giebt, und daß Zink, in Schwefelsäure aufgelöst, zu einem mit dem weißen Vitriol vollkommen übereinstimmenden Salz krystallisirt. So unterschied Duhamel 1736 die Soda von der Potasche nach der Löslichkeit und Krystallform der Salze, welche beide mit derselben Säure bilden, und nach der Luftbeständigkeit.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

Marggraf zuerst widmete den Reactionen auf nassem Wege wieder mehr Aufmerksamkeit. Er zeigte die Zusammensetzung des Gypses, auf welche er aus der bekannten des schwefelsauren Kali's schloß; weil nämlich der Gyps, wie das schwefelsaure Kali, durch Glühen mit Kohle eine Schwefelleber giebt, weil der Gyps, mit kaustischem Kali behandelt, schwefelsaures Kali und Kalk giebt, besteht er aus Schwefelsäure und Kalk; er wies auch die Schwefelsäure im Schwerspath nach. Den Unterschied der Alaunerde von der Kalkerde bewies er durch die verschiedene Löslichkeit ihrer Salze. Als Reagens auf Eisen wandte er das Blutlaugensalz an. Den Unterschied der Soda von der Potasche bewies er durch die verschiedene Löslichkeit der schwefelsauren, durch die verschiedene Krystallform der salpetersauren Salze, und durch die verschiedene Farbe, welche die letzteren der Flamme beim Verpuffen mit Kohlenpulver mittheilen; er bemerkte außerdem, daß beide Arten von Alkalien in ihren Reactionen sonst ganz übereinstimmen. Bei seiner Unter-

---

[1]) Die Entdeckung und Anwendung dieser Reaction bildet den ersten Anhaltspunkt für die gerichtliche Chemie, bezüglich deren Geschichte wir indeß hier nicht weiter eingehen können, sondern auf die specielle Besprechung der einzelnen Substanzen, auf welche die gerichtliche Chemie zu untersuchen hat, verweisen müssen. Vor der Mitte des 18. Jahrhunderts existirte noch gar keine Anleitung, in Vergiftungsfällen z. B. chemische Untersuchungen anzustellen; höchst unvollkommen waren noch die Vorschriften, welche Heinrich Friedrich Delius (geboren 1725, Professor zu Erlangen und Präsident der kaiserlichen Akademie der Naturforscher, gestorben 1788) in seiner Dissertatio sistens primas lineas chemiae forensis (1771) gab. Erst Remer stellte in seinem Lehrbuche der polizeilich-gerichtlichen Chemie (erschien zuerst 1803) das Dahingehörige vollständiger und übersichtlicher zusammen.

Digitized by Google

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

suchung verschiedener Brunnenwasser fand er Bestandtheile richtig auf, die nachher fast wieder in Vergessenheit geriethen; so z. B. Salpeter und salpetersauren Kalk. Bei mehreren anderen analytischen Arbeiten waren seine Resultate weniger richtig (vergl. I. Theil, Seite 210), namentlich in seiner Bestimmung des Arsenikgehalts in dem käuflichen Zinn (vergl. Arsenik im III. Theile).

Auf Marggraf folgt eine Reihe anderer Analytiker, die sich der Operationen auf nassem Wege vorzugsweise bedienten; es sind hauptsächlich hier zu nennen Bergman und Scheele.

Bergman behandelte zuerst die analytische Chemie auf nassem Wege ganz in der Art, wie sie noch heute betrieben wird; die Resultate sind ursprünglich enthalten in seinen akademischen Schriften de analysi aquarum 1778, welcher er die Untersuchung mehrerer einzelnen Mineralwasser folgen ließ, de minerarum docimasia humida 1780, de terra gemmarum 1780, und in dem Abschnitte seiner gesammelten Werke, welcher de praecipitatis metallicis handelt. Zur Mineralwasseranalyse schrieb Bergman folgende Reagentien vor: Lackmustinctur für freie Säure; Brasilienholzabsud für Alkalien; Galläpfeltinctur für Eisen; Blutlaugensalz, welches Eisen blau, Kupfer braun, Mangan weiß fälle; Schwefelsäure zur Entdeckung von Baryt und zur Entwicklung der Kohlensäure; Salpetersäure, um den Schwefelwasserstoff durch den Niederschlag von Schwefel nachzuweisen (auf Schwefelwasserstoff reagirte er auch sonst noch mit weißem Arsenik), Oxalsäure für Kalk; luftvolles fixes Alkali zur Niederschlagung der Metalle und Erden, auch kaustisches Kali zu demselben Zwecke; luftvolles flüchtiges Alkali ebendafür und zur Reaction auf Kupfer; Kalkwasser für Kohlensäure; salzsauren Baryt für Schwefelsäure und ihre Verbindungen; salpetersaures Silber für Salzsäure und ihre Verbindungen, auch Schwefelwasserstoff lasse sich dadurch nachweisen. Der Weingeist ist zum Trennen der verschiedenen Salze anwendbar. Für weniger sichere Reagentien erklärt Bergman die Lösungen von salpetersaurem Quecksilber, Sublimat, Eisenvitriol, essigsaurem Blei, Schwefelleber und die alkoholische Seifensolution, die man damals viel anwandte, um reines Wasser, was sich damit nicht trübe, zu erkennen. — Die Bestandtheile des Mineralwassers sucht man in unlösliche Verbindungen zu bringen; für die am häufigsten vorkommenden Salze giebt Bergman an, wieviel Säure und wieviel Basis in ihnen enthalten ist (vergl. sonst noch Theil I. Seite 248). In der Dissertatio

Digitized by Google

metallurgica de minerarum docimasia humida giebt Bergman die erste vollständigere Anleitung zur Prüfung der Mineralien auf nassem Wege. Er hebt hervor, wie man bisher sich dieser Methode nur insofern bedient habe, daß man das Metallische aus den Erzen durch Auflösungsmittel herauszog und es dann durch Hülfe des Feuers reducirte; Bergman aber zieht es vor, die metallischen Bestandtheile auch anders als durch Zurückführung in den reguliniſchen Zustand zu bestimmen. Er beschreibt die Reactionen der Metalle, macht zuerst darauf aufmerksam, daß die Metallkalke aus ihrer Solution durch ätzende Alkalien als Hydrate, durch kohlensaure Alkalien als kohlensaure Salze gefällt werden; er macht auf den Unterschied der Farbe aufmerksam, je nachdem man mit reinem oder mit kohlensaurem Alkali fällt, und auf die Aenderung der Farbe, welche durch Erhitzen des Niederschlages eintreten kann; er liefert überhaupt zuerst genauere Angaben über die Farbe der Niederschläge. Genaue Anweisung giebt er zur Analyse der Gold-, Platin-, Silber-, Quecksilber-, Blei-, Kupfer-, Zinn-, Wismuth-, Nickel-, Arsenik-, Kobalt-, Zink-, Antimon- und Manganerze. — Bergman fand, daß sich die meisten Mineralien in Salzsäure lösen, wenn sie nur sehr fein gepulvert sind; für die Fälle, wo sich die Lösung auf diese Art nicht erreichen läßt, wandte er zuerst das Aufschließen mit kohlensaurem Kali an, welche Operation in der Folge noch viele Verbesserungen erfuhr (vergl. darüber: Aufschließen, bei der Geschichte der Kieselerde im III. Theile). — Ueber Bergman's quantitative Resultate werde ich gleich in dem folgenden Abschnitte Näheres mittheilen.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

Neben Bergman zeichnete sich als genauer Analytiker auf nassem Wege Scheele aus, der indeß nur die qualitative Bestimmung der Bestandtheile im Auge hatte. Scheele hat seine Verfahrungsweisen zur Zerlegung von Verbindungen nicht zusammengestellt, allein jede seiner Arbeiten, wo er neue eigenthümliche Substanzen, die in die unorganische Chemie gehören, auffand, waren damals Muster der chemischen Analyse (vergl. I. Theil, Seite 258—261), und wenige Scheidekünstler kannten damals die Reactionen aller bekannten Stoffe so genau wie Scheele.

Die heutige Methode zur qualitativen Analyse auf nassem Wege wurde durch diese Arbeiten festgestellt, und kurz nur brauchen wir der Chemiker zu erwähnen, welche bis zu der neueren Zeit auf der einmal eröffneten Bahn die ausgezeichnetsten Fortschritte machten. In Deutschland stellte Göttling in seinem vollständigen chemischen Probirkabinet (1790) und in

Digitized by Google

Fortschritte der Analyse während des 19. Jahrhunderts.

seiner praktischen Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie (1802), und Lampadius in seinem Handbuch zur chemischen Analyse der Mineralkörper (1801) die besten damals bekannten Methoden zusammen. Westrumb besonders verbesserte die Methoden, Mineralwasser zu zerlegen, Klaproth's und nach ihm Stromeyer's Arbeiten gaben für die chemische Zerlegung der Mineralien ausgezeichnete Anhaltspunkte ab. Alle früheren Versuche, in einem Compendium die besten analytischen Verfahrungsweisen zusammenzufassen, übertraf weit Pfaff's [1]) Handbuch der analytischen Chemie (erschien zuerst 1821); genaue Kenntniß der Reagentien, des Grades ihrer Empfindlichkeit, Bekanntschaft mit den besten analytischen Methoden wurden durch dieses Werk vorzüglich verbreitet, dessen Ansehen erst durch H. Rose's [2]) gleichnamige Arbeit verdunkelt wurde. In Schwe-

[1]) Christian Heinrich Pfaff ist geboren zu Stuttgart 1773, wo er auch seine erste Bildung erhielt. 1793 promovirte er als Doktor der Medicin, und nahm zunächst seinen Aufenthalt in Göttingen; 1794—95 beschäftigte er sich in Kopenhagen mit der praktischen Medicin. Nach einer Reise durch Italien 1795—97 wurde er bald, 1800, als Professor in Kiel angestellt, wo er für Chemie und Physik noch thätig ist. Pfaff hat Ausgezeichnetes geleistet für die Chemie, für die Medicin (durch sein großes Werk »System der Materia medica« 1818—1824) und für die Physik; besonders für die Erkenntniß des Galvanismus, zu dessen ersten Bearbeitern er zählt.

[2]) Drei Generationen hindurch gehört, mit immer steigenden Verdiensten, der Name Rose zu denjenigen, welche die Chemie als die ihrer vorzüglichsten Vertreter nennt. — Valentin Rose, der ältere, war 1735 zu Neu-Ruppin geboren. Er widmete sich der Pharmacie; Chemie studirte er zu Berlin unter Marggraf, dessen Verwandter er war. Er ließ sich als Apotheker in Berlin nieder, wo er 1770 Assessor des Medicinalcollegiums wurde. In Folge zu angestrengter Thätigkeit starb er schon 1771. — Sein Sohn, Valentin Rose der jüngere, war 1762 zu Berlin geboren; seine Erziehung leitete Klaproth (vergl. I. Theil, Seite 343 ff.), auf dessen Rath er sich der Pharmacie widmete, welche er, von 1778 an, in Frankfurt a. M. erlernte. Von 1782 an studirte er zu Berlin; weitere Ausbildung suchte er noch unter Hagen in Königsberg. 1792 übernahm er die väterliche Apotheke in Berlin. Neben vielen rein wissenschaftlichen Arbeiten war er zugleich thätig für die Verbreitung der Chemie und in seinem amtlichen Wirkungskreise; von 1800 an hielt er regelmäßig Vorlesungen über Experimentalchemie für die Mitglieder der pharmaceutischen Gesellschaft zu Berlin, deren Mitdirector er seit 1802 war; als Assessor am Obermedicinalcollegium erwarb er sich besondere Verdienste um die Bearbeitung der preußischen Pharmacopöe. Er starb 1807. — Söhne von ihm sind Heinrich und Gustav Rose. Heinrich Rose ist geboren zu Berlin 1795. Die Pharmacie erlernte er zu Danzig, später studirte er zu Berlin, und gegen Ende des Jahres 1819 ging er nach Stockholm,

Digitized by Google

Fortschritte der Analyse während des 19. Jahrhunderts.

den wandte Berzelius der Analyse unorganischer Körper seine erfolgreiche Thätigkeit zu, und erhob die Mineralwasseranalyse zu ihrer jetzigen Vollkommenheit. — In Frankreich dienten im Anfange dieses Jahrhunderts vorzüglich Vauquelin's einzelne Untersuchungen als Vorbilder in der unorganischen Analyse, und Thénard gab später eine allgemeine Anleitung dafür. In England suchte, bald nach Bergman, Kirwan die analytischen Methoden des Ersteren zu verbessern, wobei er namentlich in die quantitativen Bestimmungen größere Genauigkeit brachte; auch zur Prüfung der Mineralwasser gab er am Ende des vorigen Jahrhunderts verbesserte Vorschriften. Die große Zahl von Chemikern, welche sich nach den eben genannten vorzugsweise dem Studium der Analyse zuwandten, glaube ich hier nicht weiter besprechen zu dürfen, da das Vorstehende hinreicht, über die Heranbildung des heutigen Zustandes der analytischen Chemie auf nassem Wege Aufschluß zu geben, und weiter zu gehen, nicht im Plane dieser

---

wo er anderthalb Jahre in Berzelius' Laboratorium arbeitete. Auf den Rath dieses seines Lehrers widmete er sich dem akademischen Lehramte; von Stockholm zurückgekehrt, verweilte er längere Zeit zu Kiel, wo er seine Dissertation: de Titanio ejusque connubio cum oxygenio et sulphure, schrieb, und zum Doctor der Philosophie promovirt wurde. Im Sommer 1822 habilitirte er sich als Privatdocent an der Berliner Universität, wo er seine Vorlesungen über praktisch-analytische Chemie im Herbste dieses Jahres begann. Im Jahre 1823 wurde er außerordentlicher, 1835 ordentlicher Professor der Chemie. Seine literarischen Leistungen finden sich in den letzten Bänden von Gilbert's Annalen, und seit der Fortsetzung derselben durch Poggendorff sämmtlich in des Letzteren Zeitschrift. Sein Handbuch der analytischen Chemie erschien zuerst 1829 in Einem Bande; die zweite Auflage, in zwei Bänden, 1831, die vierte 1838. Es wurde wiederholt in die französische, auch in die englische Sprache übersetzt. — Gustav Rose ist 1798 zu Berlin geboren; er bestimmte sich für die praktische Laufbahn als Bergmann, die er 1816 in Schlesien begann. Bald kehrte er wieder nach Berlin zurück, wo er sich mit dem theoretischen Theile seiner Wissenschaft beschäftigte. Seine Gesundheitsverhältnisse veranlaßten ihn, von der Bergbauwissenschaft abzugehen; er widmete sich jetzt vorzugsweise der Mineralogie, und promovirte zu Berlin 1820. Im Jahre 1821 arbeitete er längere Zeit in Berzelius' Laboratorium; in demselben Jahre wurde er zum Custos der Universitäts-Mineraliensammlung zu Berlin ernannt. Hier habilitirte er sich 1823 für Mineralogie, und wurde 1826 außerordentlicher, 1839 ordentlicher Professor. Mit A. von Humboldt und Ehrenberg machte er 1829 die Reise nach dem Ural, Altai und dem kaspischen Meere, deren Resultate er (in zwei Bänden, 1837 und 1841) beschrieb. Mit Uebergehung vieler anderen Abhandlungen nennen wir hier noch seine Elemente der Krystallographie (1ste Auflage 1833, 2te 1838).

Digitized by Google

Arbeit liegt. Ueber die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, über die Auffindung der wichtigsten Scheidungsmethoden das nachzutragen, was in dieser allgemeinen Darstellung keinen Platz finden konnte, wird die Geschichte der betreffenden Substanzen in den folgenden Theilen Gelegenheit bieten.

Quantitative Analyse.

Wir wollen dem Vorhergehenden noch Einiges über die Fortschritte der Kunst, die Bestandtheile einer Verbindung quantitativ zu bestimmen, hinzufügen, abgesondert, weil dieser Zweig der analytischen Chemie erst dann seine hauptsächlichsten Fortschritte macht, nachdem die qualitative Analyse schon ihren jetzigen Charakter angenommen hat.

Die vorstehenden Abschnitte enthalten bereits mehreres auf die quantitative Analyse Bezügliche; so diente die Cupellation schon in den früheren Zeiten zu quantitativen Bestimmungen. Wir wollen hier indeß vorzugsweise der Erkenntniß der Zusammensetzung eigentlicher chemischer Verbindungen nach Gewicht Aufmerksamkeit schenken.

Die erste Kenntniß der Zusammensetzung in dieser Beziehung geschah nicht auf analytischem Wege, sondern auf synthetischem. Die Waage wurde überhaupt in der Chemie lange nur zum Behuf der Zusammensetzung angewandt, spät erst, um die Zerlegungsproducte genauer zu ermitteln. Die erstere Anwendung fand sie schon bei den Alten; für die Zubereitung von Arzneimitteln, für die Zusammensetzung von Legirungen schrieb man damals schon bestimmte Gewichtsverhältnisse vor.

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

In der analytischen Chemie fand die Waage bis zu dem 17. Jahrhundert keine Anwendung, außer in der Probirkunst. Die Betrachtungsweise der Chemiker schloß damals, und lange nachher noch, viel zu wenig die Beachtung der quantitativen Verhältnisse ein, als daß man mittelst der Waage Behauptungen zu rechtfertigen oder zu widerlegen versucht hätte. In dem 17. Jahrhundert wandten einzelne Gelehrte zwar die Waage in dieser Beziehung an, ohne indeß bald Nachfolger zu finden. Rey gründete auf

Digitized by Google

die Beobachtung der Gewichtsverhältniſſe eine Theorie über die Verkalkung der Metalle (vergl. da), van Helmont bediente ſich ihrer, um ſeine Meinung über die Verwandlung des Waſſers in vegetabiliſche Subſtanz zu rechtfertigen (vergl. I. Theil, Seite 120). Analytiſche Beſtimmungen liegen indeß aus jener Zeit nur ſehr wenige vor. Die Angaben über die Gewichtszunahme bei Verkalkung von Metallen gehören weniger hierher, weil man ſie nicht als zur Kenntniß einer chemiſchen Verbindung gehörend anſah. Glauber machte eine der erſten Beſtimmungen über die Zuſammenſetzung eines Salzes, indem er angab, ſein sal mirabile (Glauberſalz) verliere durch Erhitzen $^3/_4$ (0,75, richtig: 0,56) Waſſer. — Boyle theilt einige Angaben mit, welche deutlich zeigen, wie unbeachtet ſeiner Zeit noch die Gewichtsverhältniſſe waren; er hebt hervor, daß der Niederſchlag von Silberſolution mit Kochſalz ſchwerer wiege als das aufgelöſte Silber; ganz unbeſtimmt iſt auch ſeine Angabe, daß, um den mit Kohle verpufften Salpeter wieder herzuſtellen, man ihm ſoviel Säure wieder zufügen müſſe, als er durch die Verbrennung verloren habe. Sehr deutlich zeigen die Fertigkeit, welche man um das Ende des 17. Jahrhunderts in quantitativen Beſtimmungen hatte, die Reſultate, welche Homberg und der ältere Geoffroy über die Zuſammenſetzung einiger Salze berichten. Homberg unterſuchte 1699, wieviel von verſchiedenen Säuren zur Neutraliſation einer conſtanten Menge Weinſteinſalzes nöthig iſt, und wieviel die wohlgetrocknete Verbindung ſodann wiegt, und kam zu dem Reſultate, daß alle Säuren durch dieſe Operation das Gewicht des Weinſteinſalzes um gleichviel vermehren (vergl. das Genauere in der Geſchichte der Stöchiometrie in dieſem Theile). Homberg war übrigens der Erſte, welcher das Concentriren einer wäſſerigen Säure an einer Baſis anempfahl, um die Menge der in jener enthaltenen wirklichen Säure zu ermitteln; die entweichende Kohlenſäure brachte er freilich nicht mit in Rechnung. St. F. Geoffroy unterſuchte 1717 den Salpeter und gab ſeine quantitative Zuſammenſetzung an: die Hälfte iſt Waſſer, ein Viertel abſorbirende Erde und das letzte Viertel Säure.

Erſte Beachtung der Gewichtsverhältniſſe bei der Analyſe.

Stahl's Schule legte, wie wir im I. Theile ausführlich beſprochen haben, kein Gewicht auf quantitative Beſtimmungen, und, mit Ausnahme ihrer letzten Anhänger, hat ſie in dieſer Beziehung nichts geleiſtet; nur hin und wieder kommt eine ſolche Angabe vor. So berichtet Marggraf 1749, daß zwei Unzen Silber, in Salpeterſäure gelöſt und mit Kochſalz gefällt,

Digitized by Google

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

einen Niederschlag geben, der getrocknet zwei Unzen, fünf Drachmen und vier Gran wiegt (richtig: zwei Unzen, fünf Drachmen und funfzehn Gran). Der Schwede Heinrich Theodor Scheffer suchte gleichfalls um 1750 [1]) die quantitative Zusammensetzung einiger chemischen Verbindungen zu bestimmen, und zwar in folgender indirecten Weise. Er sagt: Wenn man 16 Loth abgekniſtertes Kochsalz mit 13 Loth starker Vitriolsäure destillirt und den Rückstand glüht, so findet man ihn 19½ Loth schwer. — Wenn man 16 Loth Kochsalz mit nur 8 Loth Vitriolsäure destillirt, so wird man finden, daß das Zurückbleibsel 18 Loth wiegt. Es sind hierbei offenbar 6 Loth Salzsäure fortgegangen (16 + 8 — 18), wenn aber 8 Loth Schwefelsäure 6 Loth Salzsäure austreiben, so müssen 13 Loth der ersteren 9½ der letzteren verdrängen. Es sind also in 16 Loth Kochsalz 9½ Loth Säure und folglich 6½ Loth mineralisches Laugensalz (richtig: 7½ der ersteren und 8½ des letzteren) enthalten, dagegen in 19½ Loth (wasserfreiem) Glaubersalz ebenso viel (6½) Laugensalz, aber 13 Loth Vitriolsäure (richtig: 8½ des ersteren und 11 der letzteren) stecken. —

Analysen von Cavendish.

Etwas genauer als diese ersten Versuche, die Zusammensetzung einiger Salze festzustellen, sind die Beobachtungen von Cavendish (1766) über den Kohlensäuregehalt einiger Salze; doch lassen nur wenige seiner Angaben eine Vergleichung mit unseren jetzigen Kenntnissen zu, weil sie meist auf unreine Stoffe gehen, auf Varietäten desselben Salzes nach seinem verschiedenen Vorkommen, auf Salze von wechselnder Zusammensetzung, wie kohlensaures Ammoniak u. s. w. Ich gebe hier nur zwei derselben wieder; Cavendish erhielt:

aus 1000 Grains Marmor 408 fixe Luft (richtig 436)
» » » Potasche 423 » » (» 318).

Analysen von Bergman.

Eine genauere Kenntniß, wieviel von den Bestandtheilen in den verschiedenen chemischen Verbindungen, und namentlich in den Salzen, enthalten ist, wurde erst durch Bergman's, Wenzel's, Kirwan's und einiger gleichzeitigen Chemiker Bemühungen eingeleitet. — Bergman besonders lenkte dieser Art von Bestimmungen die allgemeinere Aufmerksam-

[1]) Die Zeit, wann Scheffer diese Bestimmungen gemacht hat, ist nicht genau bekannt. Er erwähnt ihrer in seinen Vorlesungen über Chemie, welche nach dem Heft von Alströmer 1775 nach Scheffer's Tode durch Bergman veröffentlicht wurden. Alströmer besuchte Scheffer's Vorträge 1750.

Digitized by Google

keit zu. Einen unsterblichen Namen hat er sich dadurch in der Geschichte der analytischen Chemie erworben, daß er zuerst es einführte, einen Bestandtheil nicht immer im isolirten Zustande bestimmen zu wollen, sondern in derjenigen, ihrer Zusammensetzung nach genau bekannten, Verbindung, welche sich am leichtesten isoliren läßt. Ueber seine Methode einen Begriff zu geben, diene die Angabe, wie er die Zusammensetzung der Kali- und Natronsalze bestimmt. Zu diesen Bestimmungen nimmt er Potasche und Soda. Diese soll man erstlich gelind glühen, um sie wasserfrei zu machen. Zweitens ein bestimmtes Gewicht davon abwiegen, in ein geräumiges Glas *A* bringen und in etwas Wasser lösen. Drittens thue man in ein kleineres Glas *B* etwas von der Säure, für deren Salz man die Zusammensetzung kennen lernen will. Viertens verstopfe man *A* und *B*, und bestimme ihr Gewicht. Fünftens gieße man allmälig die Säure aus *B* in *A* und bedecke nach jedesmaligem Zugießen *A* lose mit seinem Stopfen, damit bei dem Aufbrausen keine Feuchtigkeit entweiche. Wenn die Zersetzung vollständig ist, so wiege man sechstens *A* und *B* wieder; sie werden zusammen weniger wiegen als vorher, um so viel, als in der angewandten Menge Salz Kohlensäure enthalten war. Siebentes wird diese Gewichtsdifferenz von der angewandten Menge kohlensauren Salzes abgezogen, und man erhält die Menge reinen Alkali's, die darin vorhanden war. Achtens wird die Flüssigkeit in *A* abgedunstet und gelinde geglüht; die Menge Salz, welche man erhält, besteht aus der Menge Alkali, die durch das siebente Verfahren gefunden wurde, und aus soviel Säure, als das Salz über diese Menge Alkali wiegt.

Analysen von Bergman.

Die unmittelbaren Resultate dieses Verfahrens werde ich unten bei der Geschichte der Verwandtschaftslehre mittheilen; ich gebe hier noch eine Zusammenstellung Bergman'scher Analysen aus den Jahren 1775 bis 1784, welche die Genauigkeit seiner Bestimmungen beurtheilen lassen; die heutigen Annahmen über die Zusammensetzung füge ich in Klammern bei.

Nach Bergman enthalten 100 Theile:

	Krystall. Soda.	Doppeltkohlens. Kali.	Eisenvitriol.	Kupfervitriol.
Basis . .	20 (21,8)	48 (47,0)	23 (25,4)	20 (31,8)
Säure . .	16 (15,4)	20 (44,0)	39 (29,0)	40 (32,1)
Wasser . .	64 (62,8)	32 (9.0)	38 (45,6)	40 (36,1).

	Schwefelsaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Natron.	Kochsalz.
Basis . .	52 (54,1)	61 (63,3)	15 (19,4)	42 (53,3)
Säure . .	40 (45,9)	31 (36,7)	27 (24,8)	52 (46,7)
Wasser . .	8	8	58 (55,8)	6

Digitized by Google

Analysen von Bergman.

	Kalkspath.	Gyps.	Kohlens. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	32 (32,9)	65 (77,6)	19 (16,7)
Säure . .	34 (43,7)	46 (46,3)	7 (22,4)	33 (32,4)
Wasser . .	11	22 (20,8)	28	48 (50,9).

Ich führe hier immer die Berechnung nach der Hypothese an, daß die Chlormetalle salzsaure Salze seien, wie es die Urheber der mitzutheilenden Analysen annahmen.

Analysen von Wenzel.

Zu der Zeit, wo Bergman sich mit quantitativen Bestimmungen zu beschäftigen anfing, 1777, publicirte Wenzel Analysen von Salzen, welche mit Bergman's Angaben in keiner Weise übereinstimmten. Wenzel schlug ähnliche Verfahrungsweisen ein wie Bergman; wie nahe er damit der Wahrheit kam, zeigt folgende Zusammenstellung:

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Salpeters. Kalk.	Salpeters. Bittererde.
Basis . .	37,5 (36,6)	48,1 (46,6)	33,8 (34,5)	28 (27,6)
Säure . .	62,5 (63,4)	51,9 (53,4)	66,2 (65,5)	72 (72,4)
	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64,7 (63,3)	19,5 (19,4)	54,3 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	35,3 (36,7)	24,3 (24,8)	45,7 (46,7)
Wasser . .	—	—	55,2 (55,8)	—
	Schwefels. Zink.	Schwefels. Kalk.	Essigs. Natron.	Bittersalz.
Basis . .	46,2 (50,1)	40,2 (41,5)	39,7 (38,0)	16,9 (16,7)
Säure . .	53,8 (49,9)	59,8 (58,5)	60,3 (62,0)	30,6 (32,4)
Wasser . .	—	—	—	52,5 (50,9).

Nach ihm geben weiter:

100 metallisches Blei 143,3 (146,4) Bleivitriol
» » » 137,5 (134,2) salzs. Blei
» » Silber 132,5 (132,8) salzs. Silber.

Wenzel's Analysen blieben ebenso unbeachtet, wie seine auf sie gestützten theoretischen Folgerungen (vergl. Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Seinen so genauen Angaben fehlte der Glanz eines berühmten Namens, welcher die unrichtigen Resultate Bergman's überall angenommen werden ließ. Die Chemiker, welche die quantitative Zusammensetzung der Salze untersuchten, strebten nicht danach, sich zu Wenzel's Genauigkeit zu erheben, sondern verglichen ihre Resultate nur mit denen Bergman's. Unter ihnen müssen wir hier zuerst Wiegleb's erwähnen, der schon 1781 nach Bergman's oben angegebenem Verfahren controlirende Versuche anstellte. Er fand die Zusammensetzung für folgende wasserfreie Salze:

Digitized by Google

Analysen von Biegleb.

	Kohlens. Kali.	Schwefels. Kali.	Salpeters. Kali.	Salzs. Kali.
Basis . .	52 (68,1)	49,5 (54,1)	53,5 (46,6)	80 (63,3)
Säure . .	48 (31,9)	50,5 (45,9)	46,5 (53,4)	20 (36,7)

	Kohlens. Natron.	Schwefels. Natron.	Salpeters. Natron.	Salzs. Natron.
Basis . .	64—56 (58,6)	43,6 (43,8)	41,8 (36,6)	53,2 (53,3)
Säure . .	36—44 (41,4)	56,4 (56,2)	58,2 (63,4)	46,8 (46,7).

Ehe wir weiter mit der Zusammenstellung fortfahren, welche uns die Fortschritte in der Kenntniß über die Zusammensetzung der Salze zeigt, müssen wir hier den Einfluß von Lavoisier auf die quantitative Analyse besprechen, der um jene Zeit, um 1790, Geltung gewann. Bereits in der Einleitung zum V. Zeitalter in dem I. Theile wurde hervorgehoben, welche Wichtigkeit seine Arbeiten für die Beachtung der Gewichtsverhältnisse überhaupt hatten; daß durch ihn eigentlich zuerst zur allgemeinen Anerkennung gebracht wurde, die Summe der Gewichte der Bestandtheile müsse dem Gewichte der Verbindung gleich sein, von dem Gewichte der Materie gehe durch chemische Operationen nichts verloren und werde nichts erzeugt. Wir heben dies hier nochmals hervor, weil um 1790 diese Wahrheit noch keineswegs allgemein erkannt war, wie denn z. B. Hermbstädt noch 1786 eine Beobachtung publicirte, nach welcher ein Pfund Braunstein 1430 Cubikzoll Luft, Sauerstoff, beim Erhitzen abgab, ohne an Gewicht zu verlieren. — Lavoisier's quantitative Analysen gingen indeß nicht auf die Salze, deren Untersuchung die anderen gleichzeitigen Chemiker vorzugsweise beschäftigte, sondern zur Begründung der antiphlogistischen Theorie untersuchte er hauptsächlich die Zusammensetzung der Säuren, des Wassers und, größtentheils nach fremden Versuchen, die der Oxyde (vergl. die Geschichte dieser im III. Theile). Einige seiner Resultate sind folgende:

Analysen von Lavoisier.

Kohlensäure.		Salpetersäure.		Phosphorsäure.	
Kohlenstoff	28 (27,3)	Stickstoff	20,5 (26,2)	Phosphor	39,4 (44,0)
Sauerstoff	72 (72,7)	Sauerstoff	79,5 (73,8)	Sauerstoff	60,6 (56,0).

Auf dieselbe Klasse von Körpern richteten Berthollet, Fourcroy und Andere vorzugsweise damals ihre analytischen Bestrebungen.

Kehren wir jedoch zurück zu der Angabe der Verbesserungen, welche hinsichtlich der Kenntniß über die quantitative Zusammensetzung der Salze versucht wurden. In dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts waren in dieser Beziehung besonders, Kirwan und Richter thätig. Des Ersteren Untersuchungen über die Zusammensetzung der Salze schließen sich an die

Digitized by Google

Bergman's an, und wie dieser glaubte er einen Zusammenhang zwischen den Quantitäten von Säuren und Basen, die sich neutralisiren; und der Affinität zwischen ihnen zu finden (vergl. Geschichte der Verwandtschaftslehre); des Letzteren Arbeiten setzen die Bemühungen von Wenzel fort, allgemeine Gesetze über die Proportionen der Bestandtheile in den Neutralsalzen aufzufinden (vergl. Geschichte der Stöchiometrie).

Analysen von Kirwan.

Kirwan untersuchte, namentlich 1790—1800, eine große Menge von Salzen; seine Arbeiten darüber stehen noch in Verbindung mit seinen Bemühungen, den Gehalt an wahrer Säure in den wässerigen Mineralsäuren aus dem specifischen Gewichte bestimmen zu können.

	Soda.	Doppelkohlens. Kali.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Bittererde.
Basis .	60 (58,6)	41 (47,0)	43,9 (43,8)	36,7 (34,0)
Säure .	40 (41,4)	43 (44,0)	56,1 (56,2)	63,3 (66,0)
Wasser .	—	16 (9,0)	—	—

	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Glaubersalz.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64 (63,3)	18,5 (19,4)	53 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	36 (36,7)	23,5 (24,8)	47 (46,7)
Wasser . .	—	—	58,0 (55,8)	—

	Kohlens. Kalk.	Gyps.	Schwefels. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	35,2 (32,9)	67 (65,6)	17,0 (16,7)
Säure . .	45 (43,7)	50,4 (46,3)	33 (34,4)	29,3 (32,4)
Wasser . .	—	14,4 (20,8)	—	55,7 (50,9)

	Eisenvitriol.	Bleivitriol.	Kupfervitriol.	Zinkvitriol.
Basis . .	28 (25,4)	75,0 (73,6)	41,2 (31,8)	40,6 (28,1)
Säure . .	26 (29,0)	23,4 (26,4)	30,3 (32,1)	20,4 (28,0)
Wasser . .	46 (45,6)	1,6	28,5 (36,1)	39,0 (43,9).

Kirwan erlangte in seinen Endresultaten mehr Richtigkeit, weil er eine größere Zahl von früheren Analysen zur Vergleichung benutzen konnte, was für Bergman nicht möglich gewesen war. Die Uebereinstimmung verschiedener Chemiker hinsichtlich der Zusammensetzung eines Salzes sah Kirwan für den einzigen Anhaltspunkt an, ob die letztere für richtig erkannt zu erachten sei; er benutzte nicht zur Controle seiner Analysen die Entdeckungen in der Stöchiometrie, welche Wenzel schon klar erkannt hatte. — Unter den damaligen Analytikern Englands ist noch Black hervorzuheben, der namentlich 1794 bei Gelegenheit seiner Analyse des Geyser-Wassers von Island mehrere quantitative Angaben publicirte; ihre Genauigkeit zeigen folgende Proben; nach seinen Versuchen

Analysen von Black.

Digitized by Google

bestehen 100 krystall. Soda aus 21,2 (21,8) Natron, 14,8 (15,4) Kohlens., 64,0 (62,8) Wasser.
enthalten 100 schwefels. Natron so viel Säure als 170 (163,5) schwefels. Baryt.
» 100 Kochsalz » » » » 235 (244,6) salzs. Silber.

Analysen von Richter.

In Deutschland beschäftigte sich 1790 — 1800 vorzüglich Richter mit der Analyse von Salzen, um dadurch die Gültigkeit der von Wenzel und von ihm aufgefundenen stöchiometrischen Gesetze zu bestätigen. An Genauigkeit blieb er hinter Wenzel weit zurück; indem er die Möglichkeit, aus der empirischen Ermittlung der Zusammensetzung einiger Salze die anderer vorauszubestimmen, einsah, corrigirte er hiernach jede seiner fehlerhaften Analysen nach anderen fehlerhaften, und entfernte sich so in vielen Fällen weit von der Wahrheit. Es zeigt sich dies am besten in der Aequivalententafel, die aus seinen Angaben abgeleitet ist und welche in der Geschichte der Stöchiometrie nachgesehen werden kann; ich gebe deßhalb hier nur wenige seiner Analysen:

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Schwefels. Baryt.	Salpetrs. Strontian.
Basis . .	37,9 (36,6)	53,3 (46,6)	69 (65,6)	48,6 (58,6)
Säure . .	62,1 (63,4)	46,7 (53,4)	31 (34,4)	51,4 (41,4).

	Salpeters. Kalk.	Schwefels. Kalk.	Essigs. Natron.	Salpeters. Bittererde.
Basis . .	36,1 (34,5)	44,2 (41,5)	44,6 (38,0)	30,4 (27,6)
Säure . .	63,9 (65,5)	55,8 (58,5)	55,4 (62,0)	69,6 (72,4).

Analysen von Klaproth.

Weit genauer waren die Resultate Klaproth's, der behufs seiner Untersuchungen über die Constitution der Mineralien sich zuerst über die Zusammensetzung derjenigen chemischen Verbindungen unterrichten mußte, in welchen man die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile am passendsten abscheidet. Seiner Verdienste um die quantitative Analyse wurde schon früher (I. Theil, Seite 345 ff.) erwähnt; hier bemerke ich noch, daß es auch Klaproth war, der zuerst auf die Nothwendigkeit aufmerksam machte, allen Niederschlägen einen constanten Grad der Trockenheit zu geben, am besten sie zu glühen, bevor man sie dem Gewichte nach bestimme. Auf diese Art erhielt er viel richtigere Resultate als seine Vorgänger; die ersten Bände seiner »Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper« (von 1795 an) enthalten viele Bestimmungen über die Zusammensetzung der wichtigsten Salze; z. B.:

Digitized by Google

Analyſen von Klaproth.

	Kryſtall. Soda.	Salzſ. Kali.	Schwefelſ. Baryt.	Schwefelſ. Strontian.
Baſis . .	22 (21,8)	63,8 (63,3)	66,7 (65,6)	58 (56,4)
Säure . .	16 (15,4)	36,2 (36,7)	33,3 (34,4)	42 (43,6)
Waſſer . .	62 (62,8)	—	—	—

	Schwefelſ. Kalk.	Gyps.	Kohlenſ. Baryt.	Kohlenſ. Blei.
Baſis . .	42,4 (41,5)	33,0 (32,9)	78—79 (77,6)	83,67 (83,5)
Säure . .	57,6 (58,5)	45,5 (46,3)	22—21 (22,4)	16,33 (16,5)
Waſſer . .	—	21,5 (20,8)	—	—

Es geben nach ihm 100 Blei 115 (107,7) Bleioxyd.
» » » » » » 133 (134,2) ſalzſ. Blei.
» » » » » » 141 (146,4) ſchwefelſ. Blei.

und ebenſo genau beſtimmte er die Zuſammenſetzung anderer natürlich vorkommender Subſtanzen, z. B.:

	Zinnſtein.	Eiſenoxyd.		Schwefelſilber.	Auripigment.
Metall .	79,5 (78,6)	67 (69,3)	Metall .	85 (87,1)	62 (60,9)
Sauerſtoff	20,5 (21,4)	33 (30,7)	Schwefel	15 (12,9)	38 (39,1).

Analyſen von B. Roſe.

Klaproth's Bemühungen, die Zuſammenſetzung der wichtigſten Salze genau kennen zu lernen, wurden unterſtützt durch die Arbeiten ſeines Schülers, des jüngern Valentin Roſe. Dieſer ermittelte 1803—1805 das Verhältniß der Beſtandtheile in vielen Salzen; er fand z. B.:

	Kryſtall. Soda.	Doppeltkohlenſ. Natron.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Salzſ. Strontian.
Baſis .	24 (21,8)	37 (37,0)	53 (47,0)	67,85 (65,5)
Säure .	15 (15,4)	49 (52,3)	43 (44,0)	32,15 (34,5)
Waſſer .	61 (62,8)	14 (10,7)	4 (9,0)	—

	Salzſ. Kali.	Salzſ. Natron.	Sublimat.	Salzſ. Baryt.
Baſis . .	66,03 (63,3)	56,8 (53,3)	81,5 (79,9)	75,7 (73,6)
Salzſäure .	33,97 (36,7)	43,2 (46,7)	18,5 (20,1)	24,3 (26,4).

100 Silber geben nach ihm 133 (134,2) ſalzſ. Silber.

Analyſen von Bucholz.

Auch Bucholz, der zu derſelben Zeit wie Roſe ſich mit der quantitativen Analyſe der wichtigſten Salze beſchäftigte, verdient hier genannt zu werden; ſeine Reſultate entſprechen der Wahrheit ſehr nahe; er fand z. B.:

	Schwefelſ. Kali.	Schwefelſ. Baryt.	Schwefelſ. Natron.	Schwefelſ. Kalk.
Baſis . .	55,7 (54,1)	67,5 (65,6)	46,5 (43,8)	43,4 (41,5)
Säure . .	43,3 (45,9)	32,5 (34,4)	53,5 (56,2)	56,6 (58,5)
Waſſer . .	1,0	—	—	—

Digitized by Google

	Schwefelſ. Blei.	Kohlenſ. Baryt.	Glauberſalz.	Gyps.
Baſis . .	74 (73,6)	79,7 (77,6)	20 (19,4)	33 (32,9)
Säure . .	26 (26,4)	20,0 (22,4)	23 (24,8)	43 (46,3)
Waſſer . .	—	0,3	57 (55,8)	24 (20,8).

100 Silber geben nach ihm 133⅓ (134,2) ſalzſ. Silber.

Analyſen von Vauquelin.

In Frankreich zeichneten ſich zu jener Zeit in der quantitativen Analyſe hauptſächlich Vauquelin und Prouſt aus; auch ihre Analyſen trugen weſentlich dazu bei, die Geſetzmäßigkeiten in der quantitativen Zuſammenſetzung bald erkennen zu laſſen. Nach Vauquelin's damaligen Unterſuchungen beſtehen z. B.:

	Kohlenſ. Kali.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Schwefelſ. Strontian.	Salzſ. Strontian.
Baſis . .	67 (68,1)	46 (47,0)	54 (56,4)	60,7 (65,5)
Säure . .	33 (31,9)	47 (44,0)	46 (43,6)	39,3 (34,5)
Waſſer . .	—	7 (9,0)	—	—

	Halbſchwefelkupfer.	Schwefelſilber.	Schwefelblei.	Auripigment.
Metall . .	78,7 (79,7)	87,3 (87,1)	86,23 (86,5)	57 (60,9)
Schwefel .	21,3 (20,3)	12,7 (12,9)	13,77 (13,5)	43 (39,1).

Analyſen von Prouſt.

Prouſt's Geſchicklichkeit im Analyſiren war es endlich, die für alle chemiſchen Verbindungen conſtante Zuſammenſetzung als ihren weſentlichſten Charakter darthat, und welche zeigte, daß ſich dieſelben Beſtandtheile nur in ſprungweiſe ändernden, nicht nach allmälig in einander übergehenden Verhältniſſen verbinden. Seine Analyſen umfaßten viele künſtlich chemiſche Verbindungen, namentlich Oxyde und Schwefelungsſtufen, und gaben ihre Zuſammenſetzung ſehr richtig an; er fand z. B.:

	Halbſchwefelkupfer.	Schwefelantimon.	Schwefelblei.	Anderthalb Schwefeleiſen.
Metall . .	78 (79,7)	75,1 (72,8)	86 (86,5)	52,64 (52,9)
Schwefel .	22 (20,3)	24,9 (27,2)	14 (13,5)	47,36 (47,1).

	Zinnoxydul.	Zinnoxyd.	Bleioxyd.	Kupferoxydul.	Kupferoxyd.
Metall .	87 (83,1)	78,1—78,4 (78,6)	91 (92,8)	85,5—86,2 (88,8)	80 (79,8)
Sauerſtoff	13 (16,9)	21,9—21,6 (21,4)	9 (7,2)	14,5—13,8 (11,2)	20 (20,2).

	Calomel.	Sublimat.		Einfachessigſ. Kupfer.
Oxyd . .	86,94 (88,5)	80,43 (79,9)	Oxyd . .	39 (39,8)
Salzſäure .	13,06 (11,5)	19,57 (20,1)	Säure u. Waſſer	61 (60,2).

Auf Prouſt's Bemühungen folgte Dalton's Aufſtellung der atomiſtiſchen Theorie; mit ihrer Anerkennung, mit der Geltendmachung der

Digitized by Google

ſtöchiometriſchen Geſetze durch Berzelius nimmt die quantitative Analyſe eine andere Geſtalt an, ihre gegenwärtige. Während zuerſt ſich viele Chemiker ſträubten, dieſe Geſetze als eine Controle für die Analyſen anzuſehen, glaubte man ſpäter, jede Analyſe nach derſelben berechnen zu können. So wurde 1821 die Anſicht aufgeſtellt, daß jedes Mineralwaſſer als Ganzes nach ſtöchiometriſchen Formeln zuſammengeſetzt ſei. Die analytiſche Chemie nach der Zeit, wo die chemiſche Proportionslehre bearbeitet wurde, iſt hier in ihren quantitativen Reſultaten nicht weiter zu verfolgen; die Atomgewichtstafeln, welche in der Geſchichte der Stöchiometrie enthalten ſind, geſtatten über ihre Fortſchritte im Allgemeinen ſo viel Ueberſicht, als der Plan dieſes Buches geben kann.

Digitized by Google

Geschichte der mineralogischen Chemie.

Einleitung.

Unter die wichtigsten Erweiterungen, deren sich je die Chemie zu erfreuen hatte, gehört die, daß man die Mineralien aus dem chemischen Gesichtspunkte betrachtete, daß man für diese Naturkörper nachwies, auch ihre Zusammensetzung folge den allgemeinen Gesetzen, die überhaupt bei chemischen Verbindungen stattfinden, daß man so den Kreis der chemischen Verbindungen, deren Eigenthümlichkeiten man vergleichen kann, welcher sonst hauptsächlich auf künstlich darzustellende Substanzen beschränkt schien, durch Zuziehung der in der Natur als Individuen fertig gebildet vorkommenden Körper erweiterte.

Sofern wir hier überhaupt davon sprechen, wie sich das Gebiet der Chemie in einzelnen Richtungen nach und nach erweiterte, scheint es angemessen, die Geschichte der Mineralogie in ihrem Zusammenhange mit der Chemie ausführlicher zu verfolgen, und wir haben hier zugleich Gelegenheit, die Entwicklung eines für die Chemie im höchsten Grade wichtig gewordenen Studiums kennen zu lernen, der Krystallographie nämlich, welche ursprünglich der Mineralogie zum Nutzen gepflegt, später auch für die gesammte Chemie von Interesse geworden ist, und für viele einzelne Lehren derselben die hauptsächlichsten Anhaltspunkte geboten hat.

Dieser Ueberblick der Entwicklung der mineralogischen Chemie kann auf keine Vollständigkeit Anspruch machen, was die Geschichte der Krystallographie und der Mineralogie als eigenthümlicher Wissenschaften betrifft. Beide Fächer der Naturforschung betrachten wir hier nur insofern, als ihre Ausbildung zur Erweiterung des Gebiets der Chemie beitrug; wir betrachten von ihnen nur die hauptsächlichsten Ereignisse, nur das Ineinandergreifen jener Wissenschaften mit der Chemie. Vieler Umstände, vieler Namen, welche in einer speciellen Geschichte der Mineralogie oder der Krystallographie besprochen werden müßten, kann somit hier keine Erwähnung geschehen.

Digitized by Google

Einleitung.

Die beiden hauptsächlichsten Richtungen in der Mineralogie — die naturhistorische Auffassungsweise, welche die äußeren Kennzeichen der Mineralien vorzugsweise beachtet und die sich in der Krystallographie besonders ausbildete, und die chemische Auffassungsweise, die sich die Kenntniß der Zusammensetzung zur Aufgabe setzt — entwickelten sich nicht eine ganz nach der andern, auch nicht gleichmäßig, sondern abwechselnd schien bald die eine, bald die andere Auffassungsart vorzuwalten. Die krystallographische Auffassung hat der Zeit nach länger die Mineralogie geleitet, wenn wir den Zeitraum hauptsächlich berücksichtigen, wo die Untersuchung der Mineralien wissenschaftlich betrieben wurde; allein die Krystallographie nahm in ihrer Entwicklung auch nur die Mineralien zum Gegenstande ihres Studiums (das Wenige, was aus früherer Zeit über die krystallographischen Eigenschaften künstlicher chemischer Verbindungen beobachtet wurde, werden wir weiter unten angeben, wo wir die Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften bei chemischen Verbindungen besonders besprechen). Die Chemie hat in verhältnißmäßig kurzer Zeit einen entschiedenen Einfluß auf die Mineralogie geltend gemacht, aber es war dies auch für die Chemie nur eine Anwendung von bereits gewonnenen Kenntnissen, zu deren vorgängiger Erlangung sie vieler Jahrhunderte bedurft hatte.

Uebersicht der zu betrachtenden Systeme.

Die verschiedenen Systeme, deren hier zu erwähnen ist, lassen sich wohl am besten in der Reihenfolge übersehen, daß wir die krystallographische und die chemische Richtung nicht abgesondert, sondern in ihrer Wechselwirkung zusammen betrachten. Wenig Aufmerksamkeit nur verdienen hier die Classificationsversuche, welche bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts aufgestellt wurden. In der Mitte des 18. Jahrhunderts wird die Krystallgestalt von Linné als hauptsächlichster Anhaltspunkt zur Errichtung eines Systems der Mineralien benutzt; wir haben die Entwicklung der Kenntnisse über die Krystallformen zu verfolgen, und besonders Delisle's und Hauy's Einfluß hierauf zu besprechen. Auf die genaue Kenntniß der Krystallgestalt gestützt, aber auch zugleich die chemische Zusammensetzung berücksichtigend, führte Hauy seine Classification der Mineralien durch. Zur Würdigung des Hauy'schen Systems ist es nöthig, die Fortschritte, welche die Chemie in Bezug auf die Mineralogie bis dahin gemacht hatte, genauer zu betrachten; wir haben Cronstedt's und Bergman's Mineralsysteme kennen zu lernen; an die mineralogisch-chemischen Arbeiten dieser Gelehrten schließen

Digitized by Google

ſich die von Klaproth und Vauquelin an, und was die Analyſen der Letzteren über die Zuſammenſetzung der Mineralien ergeben, wird vorzüglich, zugleich mit den kryſtallographiſchen Merkmalen der Foſſilien, von Haüy bei der Aufſtellung ſeines Syſtems berückſichtigt. Neben Haüy's Syſtem iſt das von Werner gleichzeitig aufgeſtellte zu betrachten. Später treten ſich die naturhiſtoriſche und die chemiſche Richtung ſchroffer gegenüber; Berzelius gründet ſein mineralogiſches Syſtem ausſchließlich auf die chemiſche Zuſammenſetzung, Mohs das ſeinige ausſchließlich auf die äußeren Kennzeichen der Mineralien. Eine Vermittlung beider Syſteme in vielen einzelnen Fällen ging aus Mitſcherlich's Entdeckung des Iſomorphismus hervor, durch welche eine Aehnlichkeit in den äußeren Eigenſchaften als Folge ähnlicher chemiſcher Zuſammenſetzung nachgewieſen wurde; ein Syſtem aufzuſtellen, in welchem die Mineralien gleichzeitig nach der Analogie ihrer äußeren Eigenſchaften und ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung geordnet ſeien, verſuchten dann ſpäter Beudant, L. Gmelin, Naumann u. A.

Ueberſicht der zu betrachtenden Syſteme.

In den Schriften der Alten finden wir nichts, was uns zu der Anſicht berechtigen könnte, daß ſie überhaupt die Gebilde des Mineralreichs in einer umfaſſenderen Eintheilung zu überſehen geſucht hätten. Als den erſten Verſuch einer wenn auch nicht weiter durchgeführten Eintheilung der Mineralien müſſen wir den des Avicenna anſehen, der zuerſt Steine, Metalle, ſchwefelige Subſtanzen und Salze unterſchied; eine Eintheilung, die gewiſſermaßen den naturhiſtoriſchen mit dem chemiſchen Charakter vereinigt, da ſie ſich auf die hervorſtechendſten phyſikaliſchen Eigenſchaften ſtützt, welche von chemiſcher Verſchiedenheit begleitet und bedingt ſind. Deßhalb ſehen wir auch eine Eintheilung, wie die Avicenna's, öfters wiederholt, und namentlich werden wir noch durch Werner's allgemeine Claſſification, die ich bald anführen werde, daran erinnert.

Avicenna's Eintheilung der Mineralien.

Inſofern für einen beſtimmten Kreis von Mineralien, wie er für einen einzelnen Beobachter in früherer Zeit durch ſeinen Aufenthaltsort einigermaßen begrenzt war, eine vollkommenere Einſicht in die äußeren Charaktere leichter zu erlangen iſt als in ihre chemiſchen Eigenſchaften, kann es uns nicht wundern, wenn wir einen der beſten Chemiker des 16. Jahrhunderts, Agricola, bei ſeiner Eintheilung der Mineralien die äußeren Unterſcheidungszeichen vorzugsweiſe berückſichtigen, den chemiſchen hingegen nur wenig Aufmerkſamkeit ſchenken ſehen. In ſeinen zehn Büchern de natura fossilium,

Digitized by Google

Agricola's Unterscheidung der Mineralien.

wo zuerst er eine genauere Beschreibung aller Mineralien versuchte, hat besonders er die Methode der äußeren Kennzeichen in einer Vollkommenheit zur Unterscheidung und Classification in Anwendung gebracht, die für seine Zeit höchst anerkennenswerth ist; und hat er auch speciell die beiden Gesichtspunkte, die uns hier hauptsächlich beschäftigen, den chemischen und den krystallographischen, wenig gefördert, so hat er doch allen späteren Bearbeitern der Mineralogie wesentlich vorgearbeitet.

Becher's Eintheilung der Mineralien.

Der Erste, welcher die chemischen Kennzeichen der Mineralien vorzugsweise hervorzuheben trachtete, war Becher in seiner 1669 erschienenen Physica subterranea. Sein Standpunkt indeß, den ich in dem I. Theile, Seite 178 f., hervorgehoben habe, konnte ihn noch nicht befähigen, wirklich auf chemische Principien gestützt eine Classification durchzuführen. Seine Ansichten darüber sind undeutlich ausgedrückt. Er theilt die Mineralien in mixta simplicia, mixta composita und mixta decomposita. Mixta simplicia sind z. B. Elementarerde und Wasser, als composita bezeichnet er die Steine, Erden und Metalle. Die decomposita können nach ihm sein sicca (wie Asphalt und Schwefel), liquida (Bergöl), metallica (dahin rechnet er Zinnober, Arsenik, Realgar) oder salina (wie die Vitriole) u. s. w. Diese Ansichten geben weder Anhaltspunkte für ein bestimmtes System aller Mineralien, noch für die Erkennung eines einzelnen, und so blieben die äußeren Kennzeichen für die, welche sich mit der Mineralogie eigentlich beschäftigten, zu jener Zeit und noch lange nachher die eigentliche Grundlage.

Entwicklung der krystallographischen Mineralogie.

Es wurden diese äußeren Kennzeichen, und unter ihnen hauptsächlich die krystallographischen, zur Grundlage des Systems, welches der berühmte Classificator des ganzen Bereiches der Naturgeschichte, Linné, aufstellte. Um die Entwicklung der Krystallographie hier anzuknüpfen, müssen wir indeß weiter zurückgehen, und die ersten Anfänge dieser Wissenschaft betrachten.

Schon den Alten war das Vorkommen einzelner Mineralien in bestimmten Formen, die häufig dieselben oder einander ähnlich sind, bekannt; und diese Eigenthümlichkeit diente schon dem Plinius im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung in einigen Fällen als Anhaltspunkt zur Beschreibung. Vom Diamant unterscheidet er z. B. sechs Arten und giebt die Beschreibung des einen: Indici, non in auro nascentis, sed quadam crystalli cognatione; siquidem et colore translucido non differt, et laterum

Digitized by Google

Entwicklung der kryſtallographiſchen Mineralogie.

sexangulo laevore turbinatus in mucronem, aut duabus contrariis partibus, quo magis miremur, ut si duo turbines latissimis suis partibus jungantur. Und von dem Bergkryſtall ſagt er: Quare sexangulis nascatur lateribus (crystallus), non facile ratio inveniri potest, eo magis quod neque mucronibus eadem species est, et ita absolutus est laterum laevor, ut nulla id arte possit aequari. An dem Bergkryſtall machten die Alten zuerſt die Beobachtung einer von Natur regelmäßigen Geſtalt, und von ihm trug ſich die Bezeichnung Kryſtall auf alle ſolche Körper über. Dem Bergkryſtall ſelbſt war von den Griechen der Name gegeben mit Rückſicht darauf, daß ſie ihn, wie Eis, durch heftige Kälte entſtanden wähnten (κρύσταλλος, Eis). In der letzten der eben mitgetheilten Stellen liegt zugleich ſchon die Wahrnehmung eines Umſtandes, der lange diejenigen verwirrt machte, welche ſich mit der Betrachtung der Kryſtalle abgaben, nämlich die Verſchiedenheit in der Geſtalt von Exemplaren, die offenbar einer und derſelben Subſtanz angehören. Welches Hinderniß dieſer Umſtand in den Weg legte, und zu welchen Irrthümern er Veranlaſſung gab, erſieht man nach langem Zwiſchenraume, in dem die Kryſtallkunde wenig oder gar keine Fortſchritte gemacht hatte, aus den Anſichten Geſſner's [1]), der 1564 in ſeinem Werke »de rerum fossilium, lapidum et gemmarum maxime figuris« die Anſicht ausſprach, die verſchiedenen Kryſtalle derſelben Subſtanz ſeien nicht allein durch die verſchiedene Größe der Flächen, ſondern auch durch die der Winkel, folglich in der ganzen Figur verſchieden. Es war dies die Meinung, welche bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts bei vielen Mineralogen die herrſchende blieb, obwohl ſchon 1669 der berühmte Anatom Nicolaus Steno (geboren 1638 zu Kopenhagen, geſtorben 1687 zu Schwerin) die Conſtanz der Winkel bei dem Bergkryſtall, und 1707 der Italiener Gulielmini daſſelbe als ein für alle Kryſtalle gültiges Princip ausgeſprochen hatte. Doch wurde dieſer Satz erſt beſtimmter bewieſen und allgemein angenommen, als die Kryſtallographie dadurch genauer ſtudirt wurde, daß ſie als ein hauptſächliches Hülfsmittel der Mineralogie zutrat.

[1]) Conrad Geſſner, als Polyhiſtor bekannt, war 1516 zu Zürich geboren. Nachdem er ſeine Studien in ſeiner Vaterſtadt, Straßburg und Paris gemacht hatte, wurde ihm in Zürich ein unbedeutendes Schulamt übertragen. Unzufrieden hiermit, ſtudirte er Medicin zu Baſel, blieb indeß auch nicht in dieſer Richtung, ſondern nahm eine Profeſſur der griechiſchen Sprache zu Lauſanne an, die er ſpäter gegen eine Profeſſur der Philoſophie in Zürich vertauſchte, wo er zugleich als praktiſcher Arzt ſich beſchäftigte. Er ſtarb 1565.

Digitized by Google

Linné's System der Mineralien.

Von Linné finden wir zuerst in seinem Systema naturae (1768) die krystallinische Form als das wichtigste Kennzeichen der Mineralien hervorgehoben, aber unbekannt mit der Zurückführung der Krystallgestalten auf einander, mit der scharfen geometrischen Bestimmung jeder vorkommenden Form, stellte er alle Mineralien zusammen, die eine nur irgend annähernde Aehnlichkeit in der Krystallgestalt zeigen, unbekümmert, ob sie sonst auch nur irgend etwas anderes Gemeinsames in ihren Eigenschaften besäßen. So stellte er die verschiedenartigsten Stoffe, Diamant und Alaun z. B., zusammen, weil ihnen die oktaedrische Gestalt gemeinsam ist, und führte überhaupt die Errichtung eines künstlichen Systems, welches in der Botanik mit Beifall aufgenommen worden war, in der Mineralogie mit einer Consequenz durch, die, nur Einem Leitfaden folgend, die systematische Uebersicht über alle anderen Kennzeichen der Mineralien vernichtete.

So konnte es nicht fehlen, daß andere Naturhistoriker, in den entgegengesetzten Fehler fallend, die krystallographischen Kennzeichen als die allerunwesentlichsten betrachteten, wie dies namentlich Buffon in seiner Histoire naturelle des minéraux 1783 aussprach und die Classificirung ohne weitere Rücksicht auf dies Merkmal durchzuführen suchte. Aber die Krystallgestalt konnte auch dann erst mit Nutzen zur Distinction gebraucht werden, als man die verschiedenartigsten Formen eines und desselben Minerals auf eine einzige zurückführen, aus einer einzigen ableiten lernte.

Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten.

Ohne uns hier bei den Mineralogen aufhalten zu wollen, die für einzelne leichtere Fälle die Zurückführung verschiedener Gestalten eines Minerals auf eine einfachere Gestalt versuchten (wie denn z. B. Werner schon 1774 die Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung der Kanten und Ecken als die Ursachen aussprach, welche die Krystallgestalt desselben Körpers verändern können), gehen wir gleich zu den Männern über, welche vorzüglich die Krystallographie aus einem allgemeineren Gesichtspunkte betrachteten und auf wissenschaftlich bestimmte Principien zurückzuführen wußten.

Bergman.

Die erste Entdeckung, daß sich aus allen Formen einer krystallisirten Substanz eine einzige, die Grundgestalt, durch Spalten erhalten lasse, scheint Gahn und Bergman anzugehören. Gahn bemerkte, daß Kalkspathkrystalle, die eine von der rhomboedrischen sehr verschiedene Gestalt haben, sich auf diese durch Spaltung zurückführen lassen; er theilte dieses Factum an Bergman mit, welcher in einer 1773 publicirten Abhandlung (variae crystallorum formae a Spatho ortae) die Herleitung einer Grundgestalt aus verwickelteren

Digitized by Google

Combinationen durch mechanische Theilung nachzuweisen und zugleich zu zeigen suchte, auf welche Art aus der Grundgestalt eine Combination, durch Juxtaposition mehrerer Rhomben z. B. eine sechsseitige Säule, entstehen kann. Bergman übrigens führte diese Ansicht zu wenig allgemein durch, als daß man ihm die Begründung der Krystallographie beilegen könnte, wie sie später Hauy, auf dasselbe Factum gestützt, nachwies. Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten.

Zu gleicher Zeit mit Bergman bemühete sich ein anderer Gelehrter, Romé de l'Isle. die Regelmäßigkeiten in der Krystallform aufzufinden. De l'Isle[1]), der seit 1772 als Schriftsteller über diesen Gegenstand aufgetreten war, suchte besonders in seiner 1783 veröffentlichten Crystallographie zu beweisen, daß die Winkel jedes Krystalls von unveränderlicher Größe sind, welches auch die Veränderung in der Form sein mag, welche durch die verschieden große Ausbildung der einzelnen Seitenflächen hervorgebracht wird; er bemerkte dabei, daß sich diese Unveränderlichkeit der Winkel nur auf die primitive Gestalt des Krystalls beziehe, von welcher sich aber die secundären Formen durch mannichfaltige Umgestaltungen ableiten lassen. De l'Isle bemühete sich, diese Idee in der Untersuchung einzelner Mineralien durchzuführen; als der Erste versuchte er für verschiedene Mineralien sogar die Größe der Winkel zu bestimmen. Doch wurden seine verdienstvollen Bemühungen wenig anerkannt, theils weil in jener Zeit, wo er arbeitete, die Gelehrten im Allgemeinen nicht zu solchen Untersuchungen hinneigten, theils weil später, als Hauy den krystallographischen Studien mehr Beachtung erwirkte, die Leistungen des Letzteren die seines Vorgängers verdunkelten und das Studium seiner Werke überflüssig machten.

[1]) Jean Baptiste Louis Romé de l'Isle war geboren zu Gral 1736. Seine erste Ausbildung erhielt er zu Paris; hier schloß er sich einer Expedition nach Ostindien an, wo er bei der Einnahme von Pondichery durch die Engländer gefangen genommen wurde. Als Gefangener kam er nach einander nach Tranquebar, St. Thomas und China; auf diesen Reisen bildete sich sein Sinn für Naturforschung aus. Nach Paris 1764 zurückgekehrt, studirte er Mineralogie unter Sage, der ihm in jeder Beziehung Unterstützung angedeihen ließ. Von Geldmitteln entblößt, fand de l'Isle Aufnahme bei einem reichen Liebhaber der Wissenschaften, d'Ennery. Durch seine Arbeiten inzwischen bekannter geworden, bewarb er sich 1780 um eine Stelle in der Akademie, die er indeß nicht erhielt. 1785 wurde ihm eine Pension von 500 Livres zu Theil, aber bald darauf verlor er seinen Wohlthäter d'Ennery durch den Tod. Zu diesem Unglücke gesellte sich später noch Härteres; er verlor fast ganz sein Gesicht. Ludwig XVI., von seiner traurigen Lage unterrichtet, erhöhete seine Pension. De l'Isle starb 1790.

Digitized by Google

Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten. Hauy.

Hauy [1]), deſſen Einfluß auf die Wiſſenſchaft von 1782 an datirt, hat die Entſtehung der verſchiedenen Formen eines Körpers und ihre Zurückführung auf Eine Grundgeſtalt zu einem der wichtigſten Principien in der Mineralogie erhoben. Kein Anderer hat aber auch dieſe Idee mit ſo viel Eigenthümlichkeit aufgefaßt, kein Anderer ſie mit ſo viel Ausdauer durchgeführt und mit ſo viel Erfolg angewandt. Seine Annahme der molécules intégrantes, aus welchen die Körper beſtehen ſollen und denen er die Primitivform zuſchreibt, in Verbindung mit ſeiner Lehre über die Geſetzmäßigkeiten, nach welchen ſich die Größe der Schichten dieſer Molecüle ändert, gab zuerſt eine deutliche Vorſtellung über die Entſtehung der verſchiedenen ſecundären Formen. Die Beſtändigkeit der Winkel an der Geſtalt, die ſich bei der mechaniſchen Zertheilung der verſchiedenſten Formen eines Körpers findet, ließ ihn die Größe dieſer Winkel als einen der wichtigſten Charaktere eines Minerals unterſcheiden, und ihm überhaupt die Kryſtallform als das wichtigſte Princip bei der Beſtimmung der Mineralien erſcheinen. Indem jedoch Hauy dieſe Eigenſchaft nicht als die einzig zu beachtende anſah, ſondern im Gegentheil der Anſicht war, daß jede weſentliche Verſchiedenheit in der Kryſtallgeſtalt eine weſentliche Verſchiedenheit in der Zuſammenſetzung anzeigt, leiſtete er der mineralogiſchen Chemie ausgezeichnete Dienſte, durch ſcharfe Beſtimmung der eigenthümlichen Mineralien und durch Aufmunterung, die Eigenthümlichkeit derſelben auch durch die chemiſche Analyſe zu beſtätigen.

[1]) René Juſt Hauy war 1743 zu Saint-Juſt im Departement der Oiſe geboren, wo ſein Vater als armer Leinweber lebte. In einem Kloſter erzogen, kam er ſpäter nach Paris, wo er ſich längere Zeit durch Singen als Chorknabe ſelbſt erhalten mußte. Neben ſeinen geiſtlichen Studien beſchäftigte er ſich ſchon früh mit Naturwiſſenſchaften, anfangs hauptſächlich mit Botanik, ſpäter erſt mit Mineralogie. Nach ſeinen Entdeckungen über die Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten wurde er 1783 Mitglied der Akademie. Während der Revolution war er einige Zeit hindurch gefangen, weil er den den Prieſtern abgeforderten Eid nicht leiſten wollte. Unter Napoleon wurde er vielfach ausgezeichnet und 1802 zum Profeſſor der Mineralogie an dem Musée d'histoire naturelle ernannt. Unter der Reſtauration verlor er ſeine Stelle und zuletzt ſogar ſeine Penſion. Er zog ſich in ſeine Vaterſtadt zurück, wo er 1822 ſtarb. Seine erſten Schriften ſind in dem Journal de physique, von 1782 an, enthalten; ſpäter ſchrieb er ſeinen Essai d'une théorie sur la structure des cristaux (1784), ſeinen Traité de minéralogie (welcher zuerſt von 1801 an in 5 Bänden publicirt wurde), ſein Tableau comparatif des résultats de la cristallographie et de l'analyse chimique (1809) und ſeinen Traité de cristallographie (1822) u. a.; auch verfaßte er einen Traité de physique (1804).

Digitized by Google

Cronſtedt's System der Mineralien.

Wir haben im Anfange dieſes Abſchnitts geſehen, wie unzulänglich die erſten Verſuche waren, eine Unterſcheidung der Mineralien auf ihre chemiſche Verſchiedenheit zu baſiren. Mit beſſerem Erfolge bemühete ſich Cronſtedt 1758, eine ſolche Claſſification durchzuführen. Er theilte die Mineralien in vier große Klaſſen: Erdarten, Salze, Harze und Metalle; die Erdarten, zu welchen er auch die Steine rechnete, welche früher als eine eigene Klaſſe unterſchieden worden waren, theilte er weiter ein je nach der verſchiedenen Erdart, die ſich in ihnen findet, in kalkhaltige, thonhaltige, kieſelerdehaltige u. ſ. w. Mineralien. Für dieſe Geſchlechter von Erdarten bildete er die Unterabtheilungen, je nach der Säure oder dem anderen Beſtandtheile überhaupt, der darin mit einer Erde verbunden iſt. Allein die Kenntniß der chemiſchen Zuſammenſetzung war damals noch zu unvollkommen, als daß ein ſolches Syſtem ſich mit Schärfe hätte durchführen laſſen. Auch dienten die chemiſchen Eigenſchaften damals noch nie zur Beſtimmung eines Minerals, ſondern nur dazu, bereits bekannten Mineralien ihre Stelle in dem Syſteme anweiſen zu laſſen.

Bald nach Cronſtedt bemühete man ſich um genauere Unterſuchung der chemiſchen Zuſammenſetzung der Mineralien, und hauptſächlich war es Bergman, deſſen Verdienſte um die analytiſche Chemie wir bereits beſprochen haben, der hierfür thätig war.

Entwicklung der chemiſchen Mineralogie.

Der einzige, der vor ihm, gleichzeitig ſich mit Chemie und Mineralogie beſchäftigend, für die Kenntniß der chemiſchen Zuſammenſetzung Hinlängliches gethan hatte, um hier Erwähnung zu verdienen, war der franzöſiſche Chemiker Sage[1]), welcher von 1769 an eine Menge Mineralien unterſuchte, aber immer nur in Hinſicht auf die qualitative Zuſammenſetzung und auch dieſe nur mit großer Unvollkommenheit. In ſolcher Art waren auch die vielen Analyſen Anderer geführt, die in dieſe Zeit fallen, und deren Beſprechung hier füglich übergangen werden kann. Erſt Bergman begründete den chemiſchen Theil der Mineralogie auf eine Weiſe, die geeignet war, die Vortheile einer ſolchen Unterſuchungsart in klares Licht zu ſetzen. Vorzüglich für die Analyſe der Mineralien war er thätig durch ſeine Abhandlungen »de docimasia minerarum humida« (1780),

[1]) Georg Balthaſar Sage war geboren 1740. Viele Analyſen von ihm finden ſich in den Memoiren der Pariſer Akademie, deren Mitglied er vor der franzöſiſchen Revolution war; außerdem in ſeinem Examen chymique de différentes substances minérales (1769). Er ſtarb 1824.

Digitized by Google

Entwicklung der chemischen Mineralogie.

»de terra gemmarum« (1780) und ähnliche Monographien, und »de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus praesertim mineralibus« (1779). Zugleich vervollkommnete er die quantitative Analyse, wandte sie auf die Mineralien an, zeigte an einzelnen Untersuchungen, z. B. in einer ausgedehnteren über die vulcanischen Producte (1777), von welchem Nutzen die Chemie der Mineralogie als Hülfswissenschaft sein kann, und versuchte in seiner Sciagraphia regni mineralis secundum principia proxima digesti (1782) eine Classification der Mineralien nach rein chemischen Principien durchzuführen.

Bergman's System der Mineralien.

Bergman verwirft hier die Classification der Mineralien nach ihren äußeren Eigenschaften. Generalis contemplatio minime fida pollicetur criteria, ab externa facie desumta. Die Härte und Farbe seien sehr schwankend bei denselben Körpern, die Krystallgestalt zu wechselnd. Nur zur Bestimmung der Varietäten könne man solche Eigenschaften als Anhaltspunkt brauchen, nicht zur Errichtung eines Systems. E compositione et interna indole classes, genera et species determinentur, varietates autem ab externa facie. Seine Eintheilung ist für die Klassen die Avicenna's; es giebt nach ihm vier Klassen von Mineralien, Sales, Terrae (Erdarten und Steine), Bitumina (brennbare Mineralien), Metalla. — Als Genera der Salze führt er an sales neutrales (alkalische Mittelsalze), sales terrestres, sales metallicos. — Die Genera der Erden bilden die Verbindungen der Schwererde, des Kalks, der Magnesia, der Thonerde und Kieselerde; die Species werden für die ersteren gebildet durch Verbindung mit den verschiedenen Säuren, für die Kieselerde durch Verbindung mit den anderen Erden. — Unter die Bitumina werden gerechnet: der Schwefel, das Bergöl, der Diamant. — Dann folgen die einzelnen Metalle.

Bergman war der einzige mineralogische Chemiker, dessen Arbeiten wirklich über die Constitution der Mineralien schon vor Hauy's Zeit Licht verbreiteten. Diejenigen Scheidekünstler, welche in seinem Geiste weiter gingen, und die chemischen Verhältnisse der Mineralien noch umfassender und genauer erkennen lehrten, Klaproth und Vauquelin, waren für die chemischen Untersuchungen zu derselben Zeit thätig, wo Hauy die krystallographischen Verhältnisse zu erforschen suchte; des Letzteren Entdeckungen wurden sogar zum Theil von Hauy selbst herbeigeführt. Klaproth, der in dem Zeitraume von 1780 bis 1815 mehrere hundert verschiedene Mineralien mit einer Genauigkeit, welche die neuere Wissenschaft nur in verhältnißmä-

Digitized by Google

ßig wenigen Fällen zu vervollkommnen gewußt hat, unterſuchte, ſtand in dieſer Beziehung, und was die Auswahl wichtiger Subſtanzen angeht, ſelbſtſtändiger da als Vauquelin, der in Hauy eine Stütze für die Wahl der für die Wiſſenſchaft intereſſanten und Vortheil verſprechenden Mineralien hatte.

Hauy's Syſtem der Mineralien.

Hauy ſelbſt beförderte die chemiſche Unterſuchung der Mineralkörper, weil er ſeine auf kryſtallographiſche Betrachtungen gegründeten Diſtinctionen von der chemiſchen Unterſuchung beſtätigt ſehen wollte, ſeinem Princip gemäß, daß bei kryſtalliſirten Körpern jede Verſchiedenheit der Grundform eine Verſchiedenheit in der Zuſammenſetzung anzeigt. Wirklich trennte auf dieſe Art Hauy mit Glück Mineralien als weſentlich verſchiedene, die man vorher für identiſche gehalten hatte, und ſagte ſo das Reſultat voraus, was nachher die chemiſche Zerlegung ergab, nämlich Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung. So unterſchied z. B. Hauy von dem Schwerſpath ein ihm ähnliches Mineral, was auch in chemiſcher Beziehung dem Anſcheine nach damit identiſch zu ſein ſchien, aus dem Grunde, weil er conſtant die Winkel der Grundgeſtalt um einige Grade verſchieden fand, und Vauquelin zeigte, daß die abweichenden Kryſtalle nicht Baryt, ſondern Strontianerde enthalten. So trennte er den Dioptas von dem Smaragd, den Epidot von dem Strahlſtein, das Würfelerz vom arſenikſauren Kupfer, den Nephelin vom Schörl und Feldſpath, ſo vereinigte er im Gegentheil den Hiacinth und Zirkon, den Beryll und Smaragd, und die chemiſche Analyſe ergab ſpäter für die erſtern verſchiedene, für die letztern gleiche Zuſammenſetzung.

Die vorhergehende Auseinanderſetzung der Anſichten Hauy's läßt bereits die ſcharfſinnige Begründung des Claſſificationsſyſtems dieſes Mineralogen einſehen. Als unterſcheidenden Charakter ſtellte Hauy die Kryſtallform voran; ihre Anzeigen fand er in der chemiſchen Unterſuchung beſtätigt; die chemiſche Zuſammenſetzung läßt ſich leicht unter allgemeinere und ſyſtematiſche Ueberſicht bringen, und deßhalb wählte Hauy zur Claſſification der Mineralien eine Ordnung, welche auf die chemiſche Zuſammenſetzung baſirt iſt, wie denn auch in ſeiner Nomenclatur die Mineralien von einfacherer Zuſammenſetzung nur durch Angabe ihrer Beſtandtheile, nur als chemiſche Verbindungen bezeichnet ſind. Wenn aber auch bei Hauy die Zuſammenſetzung im Allgemeinen als Argument der Claſſification genommen ſind, ſo wird doch den äußeren Eigenſchaften, namentlich was die Reihenfolge der Unterabtheilungen in dem Syſteme angeht, ein gebührender Einfluß gewahrt.

Digitized by Google

Werner's System der Mineralien.

Wir haben hier die Grundlagen von Hauy's System ausführlicher betrachten müssen, weil die hohe Autorität, in welcher es von seiner Aufstellung an stand, von dem wesentlichsten Einfluß auf die Annahme einer so wichtigen Erweiterung der Chemie, ihrer Anwendung auf die Mineralogie, war. Aus derselben Ursache ist hier ein anderes mineralogisches System hervorzuheben, das von Werner [1]), was der Zeit nach noch vor dem Hauy's aufgestellt wurde, was aber in unserer Betrachtung der verschiedenen Mineralsysteme auch hier noch passend seinen Platz findet. Hauy's classificatorische Principien waren im Zusammenhange mit der Entwicklung der Krystallographie, an der er so großen Antheil genommen, und der mineralogischen Chemie zu erörtern. Werner's Unterscheidung der Mineralien, wie er sie schon 1774 aussprach, war gleichfalls auf diese beiden Grundlagen basirt, aber er hob keine mit der Bestimmtheit hervor, wie dies Hauy gethan hatte; beide waren aber wesentliche Bedingungen des Unterscheidungszeichens, welches Werner als das hauptsächlichste ansah, des allgemeinen Aussehens, des Habitus der Mineralien. Dahin gehörte also vorzüglich neben der Krystallgestalt die Farbe, der Glanz, dann die Härte und das specifische Gewicht. Werner's allgemeine Eintheilung der Fossilien in vier große Klassen, erdige, salzige, brennbare und metallische, entspricht einer chemischen Anordnung, ohne daß er sich jedoch, was die Einschaltung der einzelnen Mineralien in das System betrifft, ganz einem bestimmten chemischen Princip gefügt hätte.

Werner's System war in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts und im Anfange des jetzigen in Deutschland das herrschende, und auch in den anderen Ländern von vielen Mineralogen anerkannt. Wir finden in ihm bei vorzüglicher Berücksichtigung der äußeren Kennzeichen doch

[1]) Abraham Gottlob Werner war geboren 1750 zu Wehnau in der Oberlausitz, wo sein Vater Bergbeamter war. Er bezog 1769 die Bergakademie zu Freiberg und 1771 die Universität zu Leipzig. An der ersteren wurde er 1775 Professor der Mineralogie, in welcher Stellung er bis zu seinem Tode 1817 verblieb. Werner unterschied zuerst die Oryktognosie von der Geognosie; die letztere Wissenschaft stellte er zuerst als eine empirische dar, während man vor ihm nur die Geologie, als eine Theorie der Entstehung der Erde überhaupt, gekannt hatte. — Hinsichtlich seines Mineralsystems hat Werner nur wenig selbst publicirt (seine Schrift: »über die äußeren Kennzeichen der Fossilien« erschien 1774); hauptsächlich wurde es verbreitet durch seinen mündlichen Unterricht, zu welchem sich Zuhörer aus allen Ländern Europa's zusammendrängten, und durch Werke seiner Schüler. Nach seinem Tode wurde aus den hinterlassenen Schriften »Werner's letztes Mineralsystem« von seinen Schülern Breithaupt und Köhler herausgegeben.

Digitized by Google

auch, wenn auch untergeordnete, des chemiſchen Charakters; es iſt hiermit Werner's Syſtem eben ſowohl ein gemiſchtes zu nennen, als alle früheren (mit Ausnahme des Linné'ſchen) und das von Hauy, in welchem wir, neben chemiſcher Grundlage, doch eine ſtrenge Berückſichtigung der äußeren Eigenſchaften, und ganz vorzüglich der Kryſtallform, ſehen. Bald jedoch wurde verſucht, entweder das eine oder das andere dieſer Principien allein zum Leitfaden der Claſſification zu gebrauchen, und nach dieſer vorgängigen Beſprechung der gemiſchten Syſteme können wir zu der Entwicklung der rein chemiſchen übergehen, welche durch die erſteren vorbereitet waren, mit Berückſichtigung der entgegengeſetzten Syſteme, weil ſie für das Schickſal der rein chemiſchen viele Wichtigkeit hatten.

Aufſtellung rein chemiſcher Syſteme. Berzelius' erſtes Mineralſyſtem.

Den erſten Verſuch, ein Syſtem der Mineralogie ganz nach chemiſchen Principien zu errichten, die Mineralien hinſichtlich der Claſſification nur als chemiſche Verbindungen zu betrachten, machte Berzelius 1814. Es war hierin vorgearbeitet durch die zahlreichen Mineralanalyſen, welche nach Klaproth und Vauquelin von vielen anderen Chemikern ausgeführt worden waren, vor allen durch Berzelius' eigene und vorzüglich genaue Zerlegungen. Hierzu kam die Entdeckung der Zuſammenſetzung der Alkalien und Erden, dieſer wichtigen Beſtandtheile der Mineralien, die Entdeckung der Lehre von den beſtimmten Proportionen, die Erkenntniß des Elektrochemismus. Berzelius faßte mit ſeiner Anſicht, daß alle Zuſammenſetzung auf entgegengeſetzten elektriſchen Eigenſchaften der Körper beruhe, daß ſie poſitiv und negativ elektriſche Beſtandtheile enthalten, die Entdeckung zuſammen, daß die Kieſelerde ſich gegen die anderen Erden und Alkalien als Säure verhält; er wies nach, daß man die kieſelhaltigen Mineralien als Salze, alle als wahre chemiſche Verbindungen betrachten kann, bei denen die eigentliche Bedingung hierfür, Zuſammenſetzung in ſtöchiometriſchen Verhältniſſen, ſtattfindet. Berzelius ſah hiernach die Mineralien nur als chemiſche Verbindungen an, deren Zuſammenſtellung nach chemiſchen Principien durchzuführen ſei, ohne daß dabei die äußeren Charaktere auf irgend eine Weiſe die Claſſification bedingen dürfen. Als Hülfsmittel hierzu diente die elektrochemiſche Reihe, worin jedem Elemente ſeine Stelle durch ſeine Eigenſchaften, nicht durch die Willkür des Claſſificators, angewieſen ſein ſoll. In dem von Berzelius 1814 vorgeſchlagenen Mineralſyſteme waren demnach die Mineralien nur nach ihren chemiſchen Eigenſchaften und zwar nach ihren

Digitized by Google

Berzelius' erſtes Mineralſyſtem.

elektropoſitiven Beſtandtheilen geordnet, und indem er dieſe Beſtandtheile in der Ordnung aufzählte, wie ſie in der elektrochemiſchen Reihe ſtehen, ſchien eine vollkommen folgerechte und nirgends zweifelhafte Claſſification durchgeführt zu ſein.

Während ein ſolches Syſtem den Chemikern vollkommen genügend erſchien, zumal da hiernach die Oryktognoſie eigentlich nur als ein Theil der Chemie anzuſehen war, — hielten viele Mineralogen eine ſolche Eintheilung nicht für naturgemäß. Sie vermißten in dieſer elektrochemiſchen Claſſification die Zuſammenſtellung von Körpern, die ihrem ganzen äußeren Weſen nach ſehr verwandt zu ſein und deßhalb zuſammenzugehören ſcheinen, die aber in dem neuen Syſteme wegen ihres Gehalts an verſchiedenen elektropoſitiven Beſtandtheilen nicht zuſammengeſtellt werden konnten. Die Mineralogen wünſchten den äußeren Kennzeichen mehr Beachtung geſchenkt zu ſehen, als dies hier möglich war, wo nur die Zuſammenſetzung, und weiter nichts, in's Auge gefaßt wurde. Sie fanden in Werner's und namentlich in Hauy's Syſteme der Forderung der Chemiker, ganz heterogen zuſammengeſetzte Körper nicht als als mineralogiſch zuſammengehörende hinzuſtellen, Genüge gethan, und zwar ohne daß dabei die Beachtung der äußeren Eigenſchaften weniger berückſichtigt worden wäre. In Deutſchland wurde das Berzelius'ſche Syſtem, gleich nach ſeiner Veröffentlichung 1814, von Hausmann für unzuläſſig aus dem mineralogiſchen Geſichtspunkt erklärt, aber hier ſowohl als auch in den anderen Ländern übte doch Berzelius' Anſicht Einfluß aus, auch auf die gemiſchten Syſteme, und Hauy ſelbſt, wie die Vertreter des Werner'ſchen Syſtems, modificirten danach einzelne Theile ihrer Claſſification, ohne jedoch die ganz chemiſche Grundlage von Berzelius' Anordnung als naturgemäß anzuerkennen.

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Inzwiſchen wurde von Mitſcherlich 1819 die Entdeckung des Iſomorphismus gemacht, welche eben ſowohl für Hauy's Syſtem, als für die Claſſification von Berzelius von großer Wichtigkeit wurde, inſofern ſie eins der hauptſächlichſten Principien des erſteren widerlegte, und eine gänzliche Umgeſtaltung des letzteren nöthig machte. Ich werde auf die Entdeckung des Iſomorphismus noch einmal ſpeciell zurückkommen; hier will ich indeß dasjenige von der Geſchichte dieſer Entdeckung beibringen, was für die mineralogiſche Chemie beſondere Wichtigkeit hatte.

Hauy's Princip, daß ungleiche Kryſtallgeſtalt mit ungleicher chemiſcher Zuſammenſetzung ſtreng verknüpft ſei, hatte ihn zu Folgerungen über die chemiſche Conſtitution von Mineralien geführt, welche die Erfahrung

Digitized by Google

beſtätigte. Hiernach glaubte Hauy es als durchaus bewieſen anſehen zu können, daß gleiche Kryſtallform (die nicht dem regulären Syſtem angehört) nur bei gleicher Zuſammenſetzung ſtatthaben könne; daß ungleiche Zuſammenſetzung aber ſtets durch Verſchiedenheit in der Kryſtallgeſtalt angedeutet ſein müſſe. Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Es lagen inzwiſchen ſchon frühere Beobachtungen an Mineralien vor, wo für dieſelben Species, bei unveränderter Kryſtallgeſtalt, ſehr verſchiedene Zuſammenſetzung gefunden worden war. So z. B. war für das Rothgültigerz (vergl. da) von einigen Beobachtern Arſenik als weſentlicher Beſtandtheil gefunden, von anderen Antimon; für den Granat war um 1790 von Klaproth und Vauquelin die Zuſammenſetzung ſehr verſchieden angegeben worden, der Eine fand darin viel Eiſenoxyd und wenig Thonerde, der Andere umgekehrt. Ebenſo hatte die Analyſe für mehrere Mineralien von der Form des Kalkſpaths, und welche Hauy dieſem anreihete, ſehr verſchiedene Zuſammenſetzungen ergeben: Eiſen, Mangan und Bittererde waren in ſehr wechſelnden Mengen darin gefunden worden. Hier ſchien für gleiche Kryſtallform ungleiche Zuſammenſetzung nachgewieſen zu ſein; Berthollet betrachtete 1801 dieſe Fälle als Beweiſe dafür, daß die chemiſchen Verbindungen in unbeſtimmten, allmälig ſich ändernden Proportionen ſtattfinden; Prouſt betrachtete ſie als keine eigenthümliche Verbindungen, ſondern als Miſchungen mehrerer. Der Arragonit und der Kalkſpath ſchienen gleichfalls, aber in anderer Art, ein Beweis dagegen zu ſein, daß gleiche Kryſtallform und gleiche Zuſammenſetzung ſich wechſelſeitig bedingen, ebenſo der Rutil und der Anatas (doch finden die Unterſuchungen hierüber beſſer ihren Platz bei der Geſchichte des Dimorphismus); denn für dieſe Subſtanzen war bei verſchiedener Kryſtallform vollkommen gleiche Zuſammenſetzung gefunden worden. Hauy betrachtete dieſe Fälle, welche mit ſeinem Princip im Widerſpruch zu ſtehen ſchienen, als auf der Unvollkommenheit der chemiſchen Analyſe beruhend, und hoffte, daß bei weiterem Vorſchreiten derſelben ſich dieſe Widerſprüche löſen würden; ſpäter ſuchte er mehrere durch die Annahme einer großen Kryſtalliſationskraft für einzelne Subſtanzen (vergl. unten bei Iſomorphismus) zu erklären. Aber die rechte Erklärung der Fälle der erſten Art wurde erſt von Mitſcherlich durch die Entdeckung des Iſomorphismus gegeben.

Eine Betrachtungsweiſe, welche weiter ausgeführt auf die Entdeckung des Iſomorphismus hätte hinführen können, äußerte Fuchs[1]) bereits 1815.

[1]) Johann Nepomuk Fuchs iſt 1777 zu Mattenzell bei Bremberg in Baiern

Digitized by Google

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Ob ſie gleich mit der Entdeckung des Iſomorphismus, die ſpäter erſt genauer zu erzählen iſt, in Verbindung ſteht, ſchalte ich ſie doch hier ein, weil ſie zunächſt in die mineralogiſche Chemie gehört. Bei Gelegenheit der Analyſe eines von ihm Gehlenit genannten Minerals, als deſſen Beſtandtheile er Kieſelerde, Thonerde, Kalk, Eiſenoxyd und Waſſer beſtimmte, fand Fuchs, daß ſich aus ſeiner Analyſe gut eine chemiſche Formel ableiten laſſe, wenn man das Eiſenoxyd und den Kalk zuſammenfaſſe, ihren gemeinſchaftlichen Sauerſtoffgehalt mit dem der übrigen Beſtandtheile vergleiche. Er ſagte hier: »Ich halte das Eiſenoxyd nicht für einen weſentlichen Beſtandtheil dieſer Gattung, ſondern bloß für einen vicariirenden Beſtandtheil, wenn ich mich dieſes Ausdrucks bedienen darf, für einen Stellvertreter von faſt eben ſo viel Kalk, welcher bei der Abweſenheit des Eiſenoxyds zur Ergänzung noch vorhanden ſein müßte, um mit den anderen Beſtandtheilen in das gehörige Verhältniß zu treten, und ich glaube, daß ſich in der Folge Varietäten finden werden, die viel weniger oder gar kein Eiſenoxyd, dagegen aber größere Quantitäten von Kalk enthalten werden. — — Aus dieſem Geſichtspunkte wird man die Reſultate mehrerer Analyſen von Mineralkörpern betrachten müſſen, wenn man ſie einerſeits mit der chemiſchen Proportionslehre in Uebereinſtimmung bringen, andererſeits verhindern will, daß die Gattungen nicht unnöthiger Weiſe zu ſehr zerſplittert werden, was, wenn man immer in kleinen Miſchungsverſchiedenheiten ſchon einen hinreichenden Grund zur Trennung finden wollte, am Ende ſo weit gehen würde, daß man bei manchen nicht mehr im Stande wäre, einen beſtimmten Gattungscharakter zu faſſen.« Fuchs machte ſodann noch darauf aufmerkſam, daß Ammoniak ſo gut wie Kali in die Verbindung des Alauns eingehen kann, und ſagte: »das Ammonium kann hier die Stelle des Kalis ganz oder zum Theil vertreten, und umgekehrt.«

Es iſt nicht zu leugnen, daß Fuchs' Anſicht im Allgemeinen die Lehre von den ſtellvertretenden Beſtandtheilen recht klar andeutet, aber die

---

geboren. Er ſtudirte anfangs Medicin, ſpäter ausſchließlich Chemie und Mineralogie in Wien, Freiberg, Berlin und Paris. 1805 habilitirte er ſich als Privatdocent für dieſe Wiſſenſchaften an der Univerſität zu Landshut, wo er 1807 zum ordentlichen Profeſſor ernannt wurde. 1823 trat er nach München in die Akademie der Wiſſenſchaften ein; ſeine frühere Profeſſur übernahm er wieder, als 1826 die Landshuter Univerſität nach München verlegt wurde; 1835 wurde er zum Oberberg- und Salinenrath ernannt.

Digitized by Google

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Lehre vom Iſomorphismus wurde dadurch nicht in's Leben gerufen. Um Beſtandtheile als iſomorph zu erkennen, gehört weſentlich die Erkennung ihrer gleichartigen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung, und Fuchs nahm gerade an, ungleich conſtituirte Oxyde, wie Kalk und Eiſenoxyd, könnten ſich vertreten. Und überdies war der Nachweis an Einem Beiſpiele nicht genügend, für einen ſo wichtigen Gegenſtand volle Beweiskraft zu haben. Die Lehre von den vicariirenden Beſtandtheilen ging deßhalb auch nicht in die Wiſſenſchaft über; 1824 ſuchte Fuchs in einer Vorleſung »über den gegenſeitigen Einfluß der Chemie und Mineralogie« nochmals die Aufmerkſamkeit auf dieſe Lehre zu richten, aber zu dieſer Zeit hatte bereits Mitſcherlich ſeine weit umfaſſendere Entdeckung des Iſomorphismus publicirt.

Mitſcherlich zeigte 1820, daß viele Körper von analoger Atomconſtitution gleiche oder ähnliche Kryſtallform haben, daß ſolche Körper, iſomorphe, ſich in Verbindungen ganz oder theilweiſe vertreten und ſich in unbeſtimmten Proportionen mit einander verbinden können, ohne daß Aenderung der Kryſtallgeſtalt eintritt. Es war ſomit das Princip, welches Hauy als das hauptſächlichſte zur Unterſcheidung der Mineralien geltend zu machen geſucht hatte, geſtürzt, und die Folgen davon zeigten ſich ſogleich für die Mineralogie. In dieſer Wiſſenſchaft wurden ſogleich nach der Entdeckung des Iſomorphismus zahlreiche Belege für die Exiſtenz deſſelben gefunden, indem für mehrere Mineralſpecies die Möglichkeit einer ſehr wechſelnden Zuſammenſetzung nachgewieſen wurde, ohne daß damit der Charakter der Species ſich weſentlich ändert; die wechſelnde Zuſammenſetzung beruhete nämlich auf verſchiedenem Gehalt an iſomorphen Beſtandtheilen. In Berzelius' Laboratorium namentlich wurden in Bezug hierauf Unterſuchungen angeſtellt, welche die Wichtigkeit der Lehre von dem Iſomorphismus für die mineralogiſche Chemie außer allen Zweifel ſetzten. Gleich 1820 unterſuchten hier Nordenſkiöld, Graf Trolle-Wachtmeiſter und hauptſächlich H. Roſe verſchiedene Arten von Pyroxen und fanden, daß ſich hierin Kalk, Bittererde, Eiſenoxydul und Manganoxydul, die Mitſcherlich ſchon als iſomorphe Körper erkannt hatte, in den wechſelndſten Verhältniſſen vertreten können. Daſſelbe fand Bonsdorff für die Mineralien, welche von Hauy als Amphibol zuſammengefaßt worden waren, und bald darauf (1822) zeigte Bredberg für einzelne Granaten und 1823 Graf Trolle-Wachtmeiſter für eine noch größere Anzahl, daß darin ſich Kalk gegen Bittererde oder Eiſenoxydul oder Manganoxydul und Eiſenoxyd gegen Thon-

Digitized by Google

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

erde in allen möglichen Verhältniſſen austauſchen kann, ohne daß der äußere Charakter des Minerals durch dieſen Austauſch iſomorpher Beſtandtheile an ſeiner Eigenthümlichkeit verliert; und ſo wurden bald noch viele einzelne Fälle bekannt, welche die Richtigkeit des Iſomorphismus außer allen Zweifel ſetzten.

Hauy und ſeine Anhänger ſuchten anfangs das Gegründetſein der Lehre vom Iſomorphismus ganz oder theilweiſe in Zweifel zu ziehen. Gleich im Jahre 1820 beſtritt Hauy die Richtigkeit mehrerer einzelnen Beobachtungen von Mitſcherlich, und ſuchte dadurch die Anſicht des Letzteren zu widerlegen; nach Beſeitigung dieſer Einwürfe nahm er ſeine Zuflucht zu der Möglichkeit, daß die an künſtlich dargeſtellten Kryſtallen erlangten Reſultate nicht anwendbar ſeien auf die Betrachtung der von der Natur hervorgebrachten Mineralien. Beudant beſtritt gleichfalls 1820 die Richtigkeit einzelner Beobachtungen Mitſcherlich's, beſtätigte indeß doch die meiſten derſelben; ſein Zeugniß war deßhalb nicht ohne Wichtigkeit, weil er zugleich erklärte, daß die an künſtlichen Verbindungen gewonnenen Reſultate auch auf die natürlich vorkommenden angewandt werden dürften und müßten, weil man gerade an den erſteren, die ſich nach Willkür darſtellen laſſen, die Beobachtungen vervielfältigen kann. Beudant erkannte an, daß die Kryſtallform allein als Kennzeichen der Identität oder Verſchiedenheit nicht mehr ausreicht, ſondern daß die chemiſche Zuſammenſetzung die Beſtimmung vervollſtändigen müſſe.

Die Entdeckung des Iſomorphismus war von großem Einfluſſe auf das rein chemiſche Syſtem, wie es Berzelius für das Mineralreich aufgeſtellt hatte. Der Iſomorphismus ſo vieler Baſen, die ſich ganz oder theilweiſe vertreten können, ohne daß der Charakter des Minerals dadurch geändert wird, machte die von ihm 1814 vorgeſchlagene Claſſification unzuläſſig, da in ihr die Mineralien nach ihren elektropoſitiven Beſtandtheilen, nach den Baſen, geordnet waren. Berzelius änderte daher 1824 ſein chemiſches Mineralſyſtem dahin ab, daß er nunmehr die Mineralien nach ihrem elektronegativen Elemente ordnete, weil für das letztere Subſtitution durch iſomorphe Subſtanzen ſich ſeltener zeigt. Dieſes Syſtem hatte vor dem früheren noch außerdem den Vorzug, daß ſich nach ihm die Mineralien auch mehr in Gruppen zertheilten, bei denen auch die äußeren Kennzeichen Aehnlichkeit zeigen, aber dennoch trugen noch viele Mineralogen Bedenken es anzunehmen, weil es ihnen unmöglich ſchien, ſich bei einer ſelbſtſtändig mineralogiſchen

Berzelius' zweites Mineralſyſtem.

Digitized by Google

Betrachtung der Fossilien von der Beachtung der äußeren Eigenschaften im Princip ganz loszusagen.

Aufstellung des ersten naturhistorischen Systems.

Die äußeren Eigenschaften hatten auch inzwischen weit mehr Bedeutung erlangt, sie waren namentlich mit viel mehr Schärfe bestimmt, als dies früher der Fall war, wo ihre Kenntniß sich oft auf eine oberflächliche Anschauung, manchmal auf instinktmäßige Erkennung des allgemeinen Habitus, beschränkte. Die Krystallographie namentlich hatte durch Weiß [1]) und Mohs [2])

---

[1]) Christian Samuel Weiß, geboren 1780, bildete sich besonders in Freiberg unter Werner für Mineralogie aus. Er habilitirte sich in Leipzig 1803; bekannt wurde er bald durch die Theilnahme an der Uebersetzung von Hany's Mineralogie, welche Karsten (von 1804 an) herausgab, und seine Zusätze zu diesem Werk. 1809 publicirte er seine Dissertatio de indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali. Später wurde er Professor der Mineralogie an der Berliner Universität; in den Denkschriften der dortigen Akademie finden sich seine seitdem erschienenen Abhandlungen.

[2]) Friedrich Mohs war 1773 zu Gernrode am Harz, in Anhalt-Bernburg, geboren. Zum Handelsstande bestimmt, entsagte er diesem aus Liebe zu den Wissenschaften; er studirte von 1796 an zu Göttingen Mathematik und Naturwissenschaften und später unter Werner in Freiberg Mineralogie; hier bildete er sich auch im praktischen Bergwesen aus. 1801 erhielt er eine Anstellung als Steiger zu Rendorf in seinem Vaterlande, kehrte indeß schon 1802 wieder nach Freiberg zurück. In diesem Jahre noch erhielt er eine Einladung von dem Banquier van der Null in Wien, einen beschreibenden Katalog des Mineraliencabinets des letztern zu entwerfen; es wurde dieser 1804 im Druck bekannt gemacht. Um seine, damals schwankende, Gesundheit wieder herzustellen, machte er eine größere Reise durch die mineralogisch merkwürdigen Länder Deutschlands, und besuchte dann, 1804, die Bergakademie zu Schemnitz. Später hielt er sich einige Zeit in Kärnthen auf, und bereiste Ungarn und Siebenbürgen, Böhmen und Steiermark, bis er 1812 als Professor der Mineralogie am Johanneum zu Grätz angestellt wurde. — 1818 wurde er an Werner's Stelle nach Freiberg berufen, wo er bis 1826 blieb. In diesem Jahre erhielt er die Professur der Mineralogie an der Wiener Universität; 1835 trat er als Bergrath der Leitung des österreichischen Bergbaues zu. Er starb 1839, auf einer wissenschaftlichen Reise begriffen, zu Agordo im Venetianischen. Von seinen Schriften heben wir hervor: »Versuch einer Elementarmethode zur naturhistorischen Bestimmung und Erkennung der Fossilien« (1812); »die Charaktere der Klassen, Ordnungen, Geschlechter und Arten, oder die Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems« (1820, 2. Auflage 1821); »Grundriß der Mineralogie« (1822 und 24); »Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs« (1832, 2. Auflage 1836). Nach seinem Tode erst (1842) wurden »leichtfaßliche Begriffe der Mineralogie und Geognosie« herausgegeben.

K. BAYERISCHE STAATS-

Digitized by Google

Aufſtellung des rein naturhiſtoriſchen Syſtems.

wichtige Erweiterungen erfahren; durch Erſteren war die Betrachtung der Axen der Kryſtalle zuerſt in ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt und nachgewieſen worden, und die Aufſtellung von beſtimmten Kryſtallſyſtemen ward dadurch möglich, zu welcher auch Mohs, von der Betrachtung der einfachen Formen ausgehend, gelangt war. Vereinfacht wurde das Studium der Kryſtallographie durch die Entdeckung, daß nur Geſtalten deſſelben Syſtems mit einander in Combination treten können, und durch den Nachweis, daß combinationsfähige Geſtalten beſtimmte und einfachen Geſetzen folgende Kryſtallreihen bilden; die Bezeichnung der verſchiedenen Kryſtallformen wurde erleichtert, die Größenverhältniſſe derſelben nach Wollaſton's Entdeckung des Reflexionsgoniometers genauer ermittelt. Auch die anderen äußeren Eigenſchaften der Mineralien wurden ſorgfältiger beſtimmt, und auf ihre genaue Kenntniß gründete Mohs, der ſie alle mit ſeltener Ausdauer

Mohs' Syſtem der Mineralien.

ſtudirte, ſein rein naturhiſtoriſches Mineralſyſtem. Mohs betrachtete die chemiſchen Eigenſchaften eines Minerals, wie Berzelius die naturhiſtoriſchen (äußerlichen) anſah. Jeder fand in den von ihm hervorgehobenen Eigenſchaften das wahre und einzige Argument, die Mineralien wiſſenſchaftlich zu ordnen; jeder erkannte auch die anderen Eigenſchaften als bemerkenswerth an, und gab zu, daß ſie zu wiſſen für eine vollſtändige Kenntniß einer Subſtanz nöthig ſei. Jeder nützte der Mineralogie in hohem Grade; indem jeder ſich Eines Hülfsmittels zur Claſſification beraubte, mußte jeder das andere um ſo vollſtändiger kennen zu lernen ſtreben. Indem Berzelius die Kenntniß der äußeren Eigenſchaften für unweſentlich zur Claſſification der Mineralien anſah, brachte er die Kenntniß ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung auf einen hohen Grad der Vollkommenheit; indem Mohs auf die äußeren Kennzeichen (d. h. diejenigen, welche ſich, ohne das Mineral in ſeiner Eigenthümlichkeit zu verändern, beſtimmen laſſen) das alleinige Unterſcheidungs- und Syſtematiſirungsprincip gründete, mußte er dieſe ſchärfer beſtimmen, als dies früher je verſucht worden war. Mohs hat hierfür geleiſtet, was Einem Menſchen zu leiſten möglich iſt; er hat in der Aufſtellung ſeines nur auf die äußeren Eigenſchaften gegründeten Mineralſyſtems einen Beweis davon gegeben, in welcher Ausdehnung und mit welcher Genauigkeit er alle kryſtallographiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften erforſcht hatte. Dies Verdienſt bleibt ihm für immer und muß mit Hochachtung anerkannt werden, mag man nun ſeine claſſificatoriſchen Anſichten theilen oder nicht. Und an den Chemikern iſt es, dies anzuerkennen, gerade wegen der Wichtigkeit der chemiſchen Zu-

Digitized by Google

ſammenſetzung für die Erkenntniß der Mineralien, ſofern es von der Zukunft erwartet werden kann, daß ein Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und allen, namentlich den äußeren Kennzeichen nachgewieſen wird, und für die Kenntniß der letzteren Wenige ſo reiches und zuverläſſiges Material zuſammengeſchafft und geordnet haben, als Mohs. Und wenn auch dieſer Zuſammenhang in ſeiner ganzen Ausdehnung vielleicht erſt ſpät erkannt wird, ſo iſt doch jetzt gewiß ſchon die Ueberzeugung überall durchgedrungen, daß die alleinige Kenntniß der Zuſammenſetzung für die Mineralogie nicht genügt, ſo wenig, wie für irgend eine andere chemiſche Verbindung. Was das Syſtem von Mohs ſelbſt angeht, ſo hat es das Schickſal aller einſeitigen Syſteme, deren Aufſtellung nothwendig iſt, um in gewiſſen Richtungen Licht zu verbreiten, die aber dann Verſchmelzungen mit anderen erleiden müſſen, weil ſie ſie ſelbſt vorbereitet haben. Gewiß iſt indeß, daß Mohs in der vollkommenſten Ueberzeugung von der Naturgemäßheit ſeiner Anſichten der verbreiteten Annahme ſeines Syſtems mehr geſchadet als genützt hat durch eine am Kleinſten feſthaltende Conſequenz, welche, allmälige Einführung verſchmähend, plötzliche Reform, die er für nöthig hielt, ſich zum Zwecke ſetzte, eine Conſequenz, die ſich nicht nur in ſeiner Claſſification, ſondern auch hauptſächlich in ſeiner Nomenclatur ausſprach. Die letztere, verbunden damit, daß Mohs von einem Mineralogen Vieles verlangte, was er zum wiſſenſchaftlichen Studium der Mineralogie für nothwendig hielt, wo aber die Reſultate Anderen durch Zuhülfeziehung anderer Mittel leichter erreichbar ſchienen, — hat beſonders der Verbreitung ſeiner Anſichten ſich in den Weg geſtellt. Die Wiſſenſchaft zog daraus den Vortheil, daß ein offenes Feld den Verſuchen blieb, in Einem Syſteme Beachtung der chemiſchen Zuſammenſetzung und zugleich der äußeren Eigenthümlichkeit der Mineralien zuſammenzufaſſen.

Mohs' Syſtem der Mineralien.

Dieſe Syſteme, in welchen die chemiſche Zuſammenſetzung als Urſache der äußeren Eigenſchaften angeſehen wird, ſcheinen am beſten die bisher entwickelten, ſich oft ſo ſchroff einander gegenüberſtehenden, Anſichten zu vermitteln. Wir nennen von ihnen hier nur einige. Beudant verſuchte ein ſolches 1824, indem er von der Betrachtung ausging, daß der negative Beſtandtheil auf den Charakter einer Verbindung, namentlich auf ihren äußeren Habitus, einen ſtärkeren Einfluß ausübt, als der poſitive, und daß ſich hierauf eine Claſſification gründen läßt, welche die chemiſch analog zu-

Gemiſchte Syſteme.

Beudant's Syſtem.

Digitized by Google

sammengesetzten Körper auch zugleich als äußerlich analoge zusammenstellt. —
Gmelin's System. In demselben Sinne suchte L. Gmelin [1]) 1825 eine Ausgleichung zu

[1]) Wenige Familien haben den Sinn für Naturforschung, und namentlich für Chemie, in gleichem Grade erblich bewahrt und sich in einer Reihe von Generationen darin so ausgezeichnet, wie die Gmelin'sche. In Beziehung zur Chemie ist zuerst zu nennen Johann Georg Gmelin der ältere, geboren 1674, gestorben als Apotheker zu Tübingen 1728; ein tüchtiger Chemiker, der sich unter Urban Hiärne in Stockholm ausgebildet hatte, aber nichts Literarisches publicirte; nur ein Aufsatz über die Bereitung des essigsauren Queckſilbers (Sperma mercurii), den er hinterlassen hatte, wurde von seinem gleichnamigen Sohne später veröffentlicht. Seine drei Söhne waren für die Chemie thätig. Johann Conrad Gmelin, geboren 1707, war Arzt und Apotheker zu Tübingen; verschiedene Aufsätze von ihm, die vorzüglich auf Verbesserungen in der Bereitung einzelner Arzneimittel gehen, enthält das Commercium litterarium ad rei medicae et scientiae naturalis incrementum institutum, eine in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erschienene Zeitschrift. Johann Georg Gmelin der jüngere, geboren 1709, nahm 1727 eine Anstellung in Petersburg an und machte sich vorzüglich berühmt durch seine Reisen in Sibirien (1738 bis 1745); chemische Bemerkungen legte er nieder in der Beschreibung dieser Reise, mehreren Aufsätzen in den Schriften der Petersburger Akademie und der Gesellschaft deutscher Naturforscher und später in Dissertationen. Er starb als Professor der Chemie und Botanik zu Tübingen 1755. Der dritte Bruder, Phillipp Friedrich Gmelin, geboren 1722, folgte dem Vorhergehenden in seinen Professuren zu Tübingen; er starb 1768. — Ein Enkel von Johann Conrad Gmelin ist Christian Gottlob Gmelin, geboren 1792, ein Schüler Berzelius', Professor der Chemie und Pharmacie zu Tübingen. Von seinen chemischen Schriften nennen wir hier vorzüglich seine »Einleitung in die Chemie« (1833 bis 1837). — Ein Sohn von Phillipp Friedrich Gmelin war Johann Friedrich Gmelin, geboren 1748, Professor der Chemie in Göttingen, gestorben daselbst 1804. Er hat sich um die Chemie als Wissenschaft und in jeder Anwendung derselben höchst verdient gemacht; viele seiner Arbeiten stehen in den Commentationen der Göttinger Societät; von seinen anderen Schriften erwähne ich hier, mit Uebergehung der kleineren: »Einleitung in die Chemie« (1780), »Grundriß der allgemeinen Chemie« (1789), »Einleitung in die Pharmacie« (1781), »Grundriß der Pharmacie« (1792), »Grundsätze der technischen Chemie« (1786, 2. Auflage 1795), »Chemische Grundsätze der Gewerbkunde« (1795), »Chemische Grundsätze der Probir- und Schmelzkunst« (1786). Seine »Geschichte der Chemie« ist ein Beweis seines Fleißes und seiner Gelehrsamkeit, dem die jetzige Literatur nichts Aehnliches an die Seite zu setzen hat, und durch welche alle späteren Darstellungen dieses Gegenstandes ungemein erleichtert wurden. — Ein Sohn dieses ist Leopold Gmelin, geboren zu Göttingen 1788. Er studirte zu Göttingen und Tübingen; an der ersten Universität promovirte er als Doktor der Medicin 1809. Nach wiederholtem Aufenthalt in Tübingen, bis 1811, bereis'te er Oestreich und Italien. 1813 wurde er

Digitized by Google

bewirken, indem er gleichfalls in jeder Verbindung einen der näheren Beſtandtheile als mehr formenden, den anderen als mehr geformten Stoff anſah, indem der erſtere dem letzteren beſtimmte, phyſikaliſche ſowohl als chemiſche, Charaktere aufdrücke. Die nichtmetalliſchen Subſtanzen betrachtete er im Allgemeinen als formende, die metalliſchen als geformte Stoffe. Da nun die Reihenfolge der Elemente, was die Intenſität ihrer formenden Kraft betrifft, nach Gmelin ungefähr die elektriſche von dem elektronegativſten Elemente nach dem elektropoſitivſten hin iſt (als die am meiſten formende Subſtanz betrachtete er den Sauerſtoff), ſo ſchien hier mit Recht ein Zuſammenfallen der chemiſchen Claſſification mit der nach den äußeren Merkmalen und damit die Naturgemäßheit des Syſtems dargethan zu ſein. Auch wurde dieſem Syſteme verdiente Anerkennung zu Theil, und in der von Gmelin eingeſchlagenen Bahn ging Naumann[1]) weiter und ſuchte mit noch mehr Erfolg ein Claſſificationsſyſtem durchzuführen, welches die Mineralkörper gleichzeitig nach der Analogie ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und nach der Uebereinſtimmung ihrer äußeren Eigenſchaften ordne.

Gmelin's Syſtem.

Naumann's Syſtem.

Wir wollen die Reſultate des Zuſammenwirkens der Chemie und der Mineralogie, die Betrachtung des Einfluſſes, welchen beide Wiſſenſchaften auf einander ausübten, nicht weiter verfolgen. Ebenſo wenig iſt hier eine vollſtändigere Aufzählung der Chemiker zu geben, welche ſich in dieſem Jahrhundert beſonders durch die Ausführung von Mineralanalyſen verdient

---

Aſſiſtent bei Stromeyer in Göttingen; noch in demſelben Jahre habilitirte er ſich zu Heidelberg als Docent der Chemie; hier wurde er 1814 zum außerordentlichen Profeſſor ernannt. Den Winter 1814 auf 1815 brachte er zu Paris zu, wo er in Vauquelin's Laboratorium thätig war. Nach Klaproth's Tod an deſſen Stelle berufen, ſchlug er ſie aus, und verblieb zu Heidelberg als ordentlicher Profeſſor der Medicin und Chemie. Sein »Verſuch eines neuen chemiſchen Mineralſyſtems« erſchien 1825; ſein »Handbuch der Chemie« zuerſt 1817, jetzt in 4. Auflage ſeit 1843; ein »Lehrbuch der Chemie« 1844. Mit Tiedemann gemeinſchaftlich veröffentlichte er 1820 »Verſuche über die Wege, auf welchem Subſtanzen aus dem Magen in den Darmkanal gelangen,« 1826 u. 27: »die Verdauung nach Verſuchen«.

[1]) Carl Friedrich Naumann iſt geboren zu Dresden 1798; er ſtudirte zu Leipzig und zu Freiberg unter Mohs, deſſen Nachfolger er daſelbſt wurde. Von ſeinen Schriften nennen wir hier: »Verſuch einer Geſteinslehre« (1824), »Lehrbuch der Mineralogie« (1828), »Lehrbuch der reinen und angewandten Kryſtallographie« (1836), »Anfangsgründe der Kryſtallographie« (1841).

Digitized by Google

gemacht und ausgezeichnet haben. Aus dem Vorhergehenden läßt ſich erkennen, wie die Chemie und die Mineralogie in ihre heutige Stellung zu einander getreten ſind, inwiefern der Einfluß der Chemie zur Annäherung an ein vollkommenes Claſſificationsſyſtem in der Mineralogie beigetragen hat. Haben gleich die bisherigen Verſuche noch nicht in jeder Beziehung dem Zwecke entſprochen, ſo geben ſie doch wenigſtens gegründete Hoffnung, daß wir dem Ziele einer genügenden Claſſification nahe ſtehen, und als dieſe muß ein Syſtem betrachtet werden, welches ungeändert ſowohl als ein rein chemiſches wie auch als ein rein naturhiſtoriſches aufgefaßt werden kann, welches beiderlei Geſichtspunkten vollkommen entſpricht. Ein ſolches Syſtem kann dann aufgeſtellt werden, wenn für chemiſche Verbindungen der bedingende Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und den phyſikaliſchen Eigenſchaften vollſtändiger erkannt iſt.

Digitized by Google

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie.

Einleitung.

Von den älteſten Zeiten an ſtehen die Pharmacie und die Chemie in Zuſammenhang; in der Ausübung der erſteren wurden ſchon früh Kenntniſſe für die letztere gewonnen, und immer folgereicher wurde mit der Zeit die Verknüpfung zwiſchen beiden. Den Fortſchritten der reinen Chemie verdankt die Pharmacie die weſentlichſte Grundlage ihres heutigen Wiſſens, und umgekehrt findet die Chemie bei den Vertretern der Pharmacie vorzugsweiſe Beachtung und Pflege. Für die neueſte Zeit, wo ſich die pharmaceutiſche Chemie mit der rein wiſſenſchaftlichen Chemie ganz verſchmolzen hat, iſt hier keine abgeſonderte Beſprechung der erſteren nöthig; wohl aber wollen wir die Entwicklung der Pharmacie für diejenigen Zeiten etwas genauer betrachten, wo ihre Ausübung noch nicht den Beſitz chemiſcher Kenntniſſe in ſich ſchloß; und wir haben anzugeben, unter welchen Umſtänden ſpäter das für die Verbreitung und die Entwicklung unſerer Wiſſenſchaft ſo wichtige Reſultat hervorging, daß die Zahl der an derſelben Antheil Nehmenden durch die Baſirung der Pharmacie auf die Chemie einen ſo mächtigen Zuwachs erfuhr. Wir wollen hier betrachten, wie ſich die Pharmacie bei den Alten als eine beſondere Beſchäftigung entwickelte, wie die Bereitung chemiſcher Präparate in ihr ſich einführte, und wie, ſeit dem Zeitalter der phlogiſtiſchen Theorie, die pharmaceutiſche Chemie mit der rein wiſſenſchaftlichen immer mehr in Eins zuſammentritt.

Digitized by Google

Zuſtand der Pharmacie bei den Alten.

Entſtehung der Pharmacie.

Wenig ſichere Nachrichten ſind uns über den Urſprung und die erſte Entwicklung der pharmaceutiſchen Kenntniſſe zugekommen. Die Bereitung der Arzneimittel lag zuerſt den Aerzten ſelbſt ob; bei den Griechen und bei den Aegyptern ſcheint am früheſten eine arzneiliche Anwendung chemiſcher Präparate ſtattgefunden zu haben. Es beſchränkte ſich dieſe auf ihren Gebrauch zu äußerlichen Mitteln; frühe ſchon waren, nach dem Zeugniſſe der ſpäteren Römer, bei den ägyptiſchen Aerzten Natron, Alaun, Grünſpan und Bleiweiß zur Anfertigung von Salben und Pflaſtern angewandt. Bei den Griechen ſcheint etwa im vierten Jahrhundert v. Chr. die Bereitung der Arzneien, die Pharmacie, von der Beſtimmung der anzuwendenden Arzneien, der Medicin, getrennt worden zu ſein; chemiſche Präparate waren zu jener Zeit nicht oder nur ſehr wenig in dem Arzneiſchatze inbegriffen; die Zubereitung von Pflanzenſäften machte die vorzüglichſte Beſchäftigung der damaligen Pharmaceuten aus, die deßhalb auch ῥιζοτόμοι (Wurzelausſchneider oder Wurzelſammler) hießen. Ein ſolcher Rhizotome wurde auch wohl φαρμακοπώλης (Arzneiverkäufer) genannt; ſo nennt Epicur (um 320 v. Chr.) den Ariſtoteles einen Pharmacopoles, weil dieſer ſich in ſeiner Jugend mit dem Aufſuchen und Verkaufen von Arzneipflanzen beſchäftigt hatte.

Erſte Schriften über Arzneibereitung.

Bald auch wurden Schriften abgefaßt über die Zubereitung der Arzneimittel, von welchen indeß keine nähere Kenntniß zu uns gekommen iſt. Herophilos ſchrieb um 200 v. Chr. über dieſen Gegenſtand, ebenſo ſein Schüler Heraclides von Tarent. Ἥρας aus Cappadocien hinterließ gleichfalls ein Werk über dieſen Gegenſtand, unter dem Titel νάρθηξ (die Salbenbüchſe). Keins dieſer Werke iſt bis auf unſere Zeit gekommen.

Als denjenigen Theil der hierhergehörigen Kenntniſſe, welcher zu jener Zeit am eifrigſten betrieben wurde, kann man wohl die Unterſuchung der Gifte betrachten. Attalus Philometor, der letzte pergameniſche König

Digitized by Google

(regierte 138 bis 133 v. Chr.) beschäftigte sich viel mit Giften und Gegengiften, und gab zur Ausbildung dieses Zweiges der Wissenschaft vielfachen Anstoß. Bald nach ihm wandte der pontische König Mithridates Eupator demselben Gegenstande besondere Aufmerksamkeit zu (nach ihm ist das allgemeine Gegengift, der Mithridat, benannt, in dessen Zubereitung ursprünglich 54 verschiedene Substanzen eingingen; die Vorschrift dafür in den späteren Dispensatorien ist nicht die ursprüngliche, sondern rührt von Damocrates, einem Leibarzte Nero's, her).

Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch.

Die genauesten Nachrichten über die pharmaceutisch-chemischen Kenntnisse der Alten haben wir für die Zeit um die Mitte des ersten Jahrhunderts n. Chr. Dioscorides' und Plinius' Werke, namentlich die Schrift des Ersteren, welche über den Arzneischatz ausschließlich handelt (vergl. I. Theil, Seite 33), bieten dafür zahlreiche Anhaltspunkte. Innerlich wurden von chemischen Verbindungen damals nur wenige angewandt, so das Chalcanthum (wahrscheinlich ein gleichzeitig Kupfer und Eisen enthaltender Vitriol) und der Eisenrost; hauptsächlich aber wurden vegetabilische Substanzen zur Zubereitung der Arzneien genommen, so Zucker, das Ricinusöl, viele Pflanzensäfte u. a. Mehr chemische Präparate wurden zum äußerlichen Heilgebrauche verwandt; so das Zinkoxyd, die Bleiglätte, Arsenikpräparate, deren reizende und haarvertilgende Wirkung bekannt war, natürliches Schwefelantimon, Schwefelquecksilber und einige andere Schwefelpräparate, kohlensaures Alkali, das Salz, welches sie Alumen nannten, u. a.

Aus jenen Zeiten sind die ersten genaueren Vorschriften über Arzneibereitung, welche die zu nehmenden Mengen der Bestandtheile berücksichtigen, auf uns gekommen. So findet man bei Plinius die zur Verfertigung des gewöhnlichsten Pflasters anzuwendenden Gewichtsmengen Bleiglätte und Wachs und die hinzuzufügende Menge Oel in Maßen angegeben; so bei demselben die Bereitung des Oxymels aus fünf Theilen Wasser, zehn Theilen Honig und einem Theile Salz, und zugleich, um wieviel solche Mischungen abgedampft werden sollen.

Entstehung der Apotheken.

Plinius machte den Aerzten seiner Zeit Vorwürfe, daß sie ihre Arzneien nicht mehr selbst bereiteten, sondern sie von den Seplasiariis kauften. Die Seplasiae waren weniger Apotheken in dem heutigen Sinne des Worts, als Anstalten, wo pharmaceutische Präparate gemacht wurden, die dann von den selbst dispensirenden Aerzten bezogen wurden; die Seplasiarios beschuldigte man vielfacher Verfälschungen. Außerdem hießen die Arzneiverkäufer

Digitized by Google

jener Zeit noch Pharmacopolae, auch Medicamentarii, ein Name, der bald eine üble Nebenbedeutung bekam, so daß im Codex Theodosianus (am Ende des 4. Jahrhunderts) darunter geradezu ein Giftmischer verstanden wird (ähnlich wie damals Mathematicus schlechthin einen Zauberer bedeutete). Auch die Farbenhändler (Pigmentarii) trieben damals Handel mit Arzneien.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Die Verfertigung vieler einzelnen Arzneien lehrte Galenus; Andromachus aus Kreta, ein Leibarzt Nero's, erfand die Zubereitung des Theriaks, eines Musters der damaligen Pharmacie, zu dessen Verfertigung mehr als sechzig der widersprechendsten Substanzen zusammengemischt wurden. Die älteste vollständige Anleitung zur Arzneibereitung sind die Compositiones medicae des Scribonius Largus (in der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr.).

Der Antheil, welchen die Chemie an der Pharmacie während des ganzen Zeitraums, den wir unter der alten Geschichte der Chemie begreifen, hatte, war nur gering. Bei weitem zum größeren Theil waren alle Arzneien nur Zusammensetzungen roher Naturstoffe oder auf mechanischem Wege aus ihnen abscheidbarer Körper; wenige Stoffe nur, die eine eigene chemische Zubereitung erforderten, wurden dazu genommen, und diese waren meist solche, welche auch sonst noch, namentlich zum technischen Gebrauche, dargestellt wurden. Eine vermehrte Anwendung der chemischen Hülfsmittel für die Pharmacie tritt uns erst in dem folgenden Zeitalter entgegen.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Pharmaceutische Einrichtungen der Araber.

Dasjenige Volk, bei welchem wir in dem Zeitalter der Alchemie zuerst die pharmaceutische Chemie mehr entwickelt sehen, sind die Araber. Ihre pharmaceutischen Einrichtungen sollen ihnen, nach der Angabe des Leo Africanus, von den Nestorianern zugekommen sein, einer christlichen Secte, welche sich im fünften Jahrhundert in Arabien niederließ. Diese hätten in ihren Niederlassungen die ersten öffentlichen Apotheken errichtet, und da mehrere von ihnen bei den arabischen Kalifen als Leibärzte Beschäf-

Digitized by Google

tigung fanden, so wären die Araber auf diese Weise mit der Einrichtung der Apotheken bekannt geworden und hätten ähnliche Anstalten angelegt. Unter dem Kalif Almansur wurde, gegen das Ende des 8. Jahrhunderts, die erste öffentliche Apotheke zu Bagdad errichtet. Pharmaceutische Einrichtungen der Araber.

Um die Bereitung der Arzneien in diesen Anstalten zu regeln, erschienen bald Anleitungen, welche die Stelle unserer heutigen Pharmacopöen vertraten. Eine solche schrieb im 9. Jahrhundert Sabor-Ebn-Sahel, Lehrer an der Schule zu Dschondisabur; in gleicher Beziehung dienten die Schriften der im I. Theile, Seite 56 ff. genannten arabischen Aerzte, wie denn namentlich Avicenna im 5. Buche seines Canons Anleitung zur Arzneibereitung gab; ein anderes Lehrbuch der Pharmacie für die Aerzte seines Volks schrieb im 12. Jahrhundert Abul-Hassan-Hebatollah-Ebn-Talmud, Leibarzt des Kalifen zu Bagdad.

Die Araber fügten nur wenige neue chemische Präparate dem Arzneischatze zu. Moschus, Rhabarber, Bibergeil, Kampher, Zucker, Tamarinden, Asa foetida, Ingwer, Muscatnüsse, Gewürznelken, Zittwerwurzel und ähnliche Substanzen bildeten hauptsächlich die Gegenstände des Arzneiwaarenhandels. Die arabischen Aerzte des 10. bis 12. Jahrhunderts ließen diese Arzneistoffe in die Form von Syrupen und Latwergen bringen, und hierin und in der Anfertigung von Decocten der officinellen Pflanzen bestand die hauptsächlichste Beschäftigung der Pharmaceuten jener Zeit. Der wichtigste Dienst, welchen die Araber der Pharmacie geleistet haben, bestand in der Anwendung der Destillationsgeräthschaften zur Verfertigung von Arzneien. Schon Avenzoar im 12. Jahrhundert verordnete häufig Rosenwasser, und der Gebrauch der destillirten Wasser wurde bald immer ausgedehnter; eine genaue Beschreibung der Destillation, behufs der Anfertigung von Arzneien, gab namentlich Alzaharavius um 1100.

Mit den medicinischen Kenntnissen der Araber trugen sich auch ihre pharmaceutischen auf die Europäer über, zugleich auch die Einrichtung der Apotheken. In das südliche Italien verpflanzte sich am frühesten die Medicinalverfassung der Araber; die Gelehrten, welche unter den Europäern zuerst die arabische Medicin vertraten, gehörten den medicinischen Schulen zu Salerno und zu Monte-Cassino an. Constantin von Carthago, der in Bagdad selbst sich mit der Heilkunde der Araber vertraut gemacht hatte, errichtete im 11. Jahrhundert zu Salerno die ersten Apotheken im christlichen Europa; in dem folgenden schrieb Nicolaus von Alexandrien, Vor- Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Digitized by Google

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

ſteher der ſalernitaniſchen Schule, ſein Antidotarium, die erſte europäiſche Pharmacopöe, welche auch unter anderen Titeln, als isagogicarum introductionum in artem apotecariatus opusculum, oder Dispensatorium ad aromatorios, ſehr verbreitet wurde. Die hier angewandten Medicamente, ebenſo wie die Art ihrer Zubereitung, ſind ganz die der Araber; auch bei den Aerzten des chriſtlichen Europa's fanden im 13. Jahrhundert die deſtillirten Waſſer vermehrte arzneiliche Anwendung, und die Deſtillation wurde ein nothwendiges Hülfsmittel der Pharmacie; als pharmaceutiſche Präparate empfahl mehrere zu jener Zeit namentlich der griechiſche Leibarzt Johannes Actuarius, in deſſen berühmter Schrift, die in der lateiniſchen Ueberſetzung als Methodus medendi bekannt wurde, einzelne Theile die Zubereitung der Arzneien ſpeciell lehrten und auch als beſonderes Werk, de compositione medicamentorum, verbreitet wurden.

Zu jener Zeit erhielt auch das Apothekerweſen eine geregeltere Form. Schon im 12. Jahrhundert hatte König Roger von Neapel in Bezug hierauf und nach dem Muſter der Araber geſetzliche Vorſchriften gegeben; genauere Beſtimmungen erließ 1233 Kaiſer Friedrich II. für ſeine Königreiche Neapel und Sicilien. Den Aerzten wurde zur Pflicht gemacht, es der Behörde anzuzeigen, wenn ſie in den Arbeiten der Apotheker (die als confectionarii bezeichnet ſind) eine Unrichtigkeit bemerken ſollten. Den Aerzten wurde das Dispenſiren von Arzneimitteln unterſagt, die Apotheker aber auf gewiſſenhafte Befolgung der geſetzlichen Vorſchriften für die Arzneibereitung verpflichtet (Confectionarii facient confectiones expensis suis, cum testimonio medicorum, juxta formam constitutionis, nec admittentur ad hoc, nisi praestito juramento, quod omnes confectiones suas secundum praedictam formam facient, sine fraude, wie das Geſetz ſagte). Es wurde hier weiter beſtimmt, die Bereitung der Arzneien ſolle unter Aufſicht beſonders dazu beſtimmter Aerzte geſchehen, und der Gewinn geregelt, den der Apotheker bei dem Verkaufe derſelben nehmen könne. Die Apotheker heißen hier auch noch stationarii, ohne daß indeß der Unterſchied in der Bedeutung dieſes Wortes und der des Wortes confectionarii ſich jetzt genügend angeben ließe. Die Apotheke ſelbſt wird als statio, auch als apotheca bezeichnet. Letzterer Name in Beziehung zur Ausübung der Pharmacie war im 13. Jahrhundert noch in anderen Ländern bereits im Gebrauch; 1271 unterſagte die mediciniſche Facultät zu Paris allen Apothecariis und Herbariis das innerliche Heilen, auch ſollten ſie ihre Arzneien nur an Aerzte

Digitized by Google

verkaufen, die sie dann selbst ausgaben; und auch in Deutschland wird in jener Zeit der Name Apotheke mehrfach gebraucht.

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Einige Unsicherheit über die Verbreitung der Apotheken bringt der Umstand mit sich, daß man damals mit diesem Worte noch öfters den ursprünglichen Begriff (ἀποθήκη, Niederlage, Speicher, Magazin) verband, und nicht ausschließlich den einer Anstalt zur Arzneibereitung. Insofern bleibt es ungewiß, ob die in dem 13. Jahrhundert in den Chroniken mehrerer Städte, z. B. von Trier, genannten Apotheken und Apotheker wirklich als die Anfangspunkte der deutschen Pharmacie zu betrachten sind; im 14. Jahrhundert liegt es mehr außer Zweifel, daß Apotheken im heutigen Sinne des Worts in mehreren deutschen Städten bestanden, so z. B. in Nürnberg und Prag; von der letzteren Stadt aus kam eine solche Anstalt mit der Errichtung einer Universität 1409 nach Leipzig; eine Art Apothekerordnung wurde 1440 zu Basel gegeben; in Augsburg 1445 die Betreibung einer Apotheke durch einen tüchtigen Gesellen der Wittwe des vorigen Besitzers gestattet; in Stuttgart 1458 einem Apotheker, dessen Familie schon längere Zeit eine solche Anstalt hatte, seine Rechte gesichert, und 1468 einem andern Apotheker Instruction und Taxe vorgeschrieben; zu Halle wurde 1493 das erste Apothekerprivilegium ertheilt, mit der Bedingung, daß der Inhaber zehn Jahre hindurch zu zwei Mahlzeiten in der Fastenzeit für den Magistrat acht Pfund gutes Confect liefern solle. Ebenso ist für Copenhagen 1465, für Frankfurt a. M. 1478, für Stendal 1486, für Berlin 1488 die Existenz von Apotheken constatirt. Auch die Rechte und Pflichten der Apotheker wurden bald überall geordnet; so mußten die Apotheker in Frankfurt a. M. 1500 eine besondere Ordnung beschwören; zu Augsburg wurde 1507 eine Apothekerordnung erlassen und darin die Revision derselben von Zeit zu Zeit anempfohlen, auch 1512 allen Nichtapothekern der Handel mit Arzneien verboten; zu Hamburg wurde 1529 die Visitation der Apotheken dem Stadtphysikus übertragen. In Frankreich erhielten die Apotheker 1484 Gesetze, und sie wurden als eine besondere Corporation anerkannt; wissenschaftliche Bildung, strenge Prüfungen und öftere Untersuchungen der Apotheken durch die Aerzte wurden darin vorgeschrieben, dagegen aber auch den Apothekern bedeutende Privilegien zugesichert, und sie selbst den Gelehrten gleich gesetzt.

So breiteten sich diese pharmaceutischen Einrichtungen während des 15. Jahrhunderts rasch aus, ohne daß indeß mit ihrer größeren Verbreitung

Digitized by Google

Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch.

eine entsprechende Entwicklung pharmaceutisch-chemischer Kenntnisse verbunden gewesen wäre. Die Verrichtungen des Apothekers bestanden bis gegen das Ende des 15. Jahrhunderts nur in der mechanischen Zubereitung der Arzneien, welche meist aus Italien bezogen wurden. Die Arzneimittel selbst waren meist die von den Arabern bereits gebrauchten; von neu hinzukommenden ist der Weingeist hervorzuheben, den im 13. Jahrhundert besonders der Cardinal Vitalis de Furno aus Basel in seinem Liber selectiorum remediorum pro conservanda sanitate ad totius corporis humani morbos als ein allgemeines Heilmittel empfahl; ebenso ein berühmter Arzt und Lehrer zu Bologna, Thaddäus von Florenz, der sich außerdem um die Einführung der geistigen Wasser in die Apotheken verdient gemacht hat. Auch Raymund Lull und Villanovanus beförderten die Anwendung des Weingeistes und anderer Destillationsproducte. Doch blieb die Pharmacie unausgebildet, und besonders trug, neben der Anhänglichkeit an die Lehren der Früheren, dazu bei das Streben nach der Auffindung einer Universalmedicin. Diese Idee, welche an und für sich vielleicht die pharmaceutischen Untersuchungen hätte befördern können, hemmte sie, weil sie sich sogleich mit der Alchemie verband, und man als Universalmedicin das Mittel, unedle Metalle in Gold zu verwandeln, bezeichnete (vergl. in der speciellen Geschichte der Alchemie über die dem Steine der Weisen zugeschriebenen Eigenschaften). So gab es damals keine wissenschaftlichen Pharmaceuten, sondern nur handwerksmäßige Apotheker oder Alchemisten.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Als Handbuch der Apotheker ist aus dem 13. Jahrhundert noch zu erwähnen ein Werk des Nicolaus Myrepsus, welches (ursprünglich griechisch geschrieben) in mehrfachen lateinischen Uebersetzungen unter dem Titel Dispensatorium oder Medicamentorum opus oder Theatrum de recta medicamentorum praeparatione et usu, verbreitet war, und aus dem Anfange des 14. Jahrhunderts des Gentilis de Fulgineo (Lehrers der Arzneiwissenschaft zu Padua, dann zu Perugia) de praeparatione medicinarum compendium. Neben diesen Schriften standen die der oben genannten Araber und früheren italienischen Gelehrten fortwährend in Ansehen. In der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts lebte Saladin von Asculo, der in seinem Compendium aromatorium die Bereitung der Arzneien lehrte und auf ihre Verfälschungen aufmerksam machte. Eine gesetzliche Pharmacopöe erschien zu Florenz schon 1498 unter dem Titel: Ricettario de dottori del arte e di medicina del Collegio Fiorentino all' instanzia de

Digitized by Google

signori consuli della universita. Als das erste deutsche Apothekerbuch schrieb Ortolph von Baierland sein »Arzneibuch« 1477.

Gegen die bis dahin unangefochten gebliebene Pharmacie des Galenus und der Araber lehnte sich am Ende des 15. Jahrhunderts Basilius Valentinus auf, welcher zuerst auf die Einführung chemischer Präparate als Heilmittel in die Apotheken drang und zuerst eigentliches chemisches Wissen von den Apothekern forderte. Die chemischen Präparate, welche er zum innerlichen Heilgebrauche vorschlug, waren fast sämmtliche Substanzen, als mit welchen bekannt wir ihn im I. Theile (S. 78) besprachen. Die chemischen Kenntnisse der Pharmaceuten und Mediciner seiner Zeit waren indeß noch zu unvollkommen, als daß jene Präparate sogleich Aufnahme in den Arzneischatz gefunden hätten; die wirksamsten der von ihm vorgeschlagenen Heilmittel, die Spießglanz- und Quecksilberpräparate, wurden schlechthin als giftig verworfen, und die Aerzte der alten Schule schenkten seinen Ansichten keine Aufmerksamkeit. Erst durch Paracelsus, der die Ansichten des Basilius Valentinus erweiterte und eindringlicher vortrug, wurde die Einführung der chemischen Präparate als Heilmittel durchgesetzt.

Vermehrter Gebrauch der chemischen Präparate als Heilmittel.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie.

Hinsichtlich der Erweiterungen, welche die pharmaceutische Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie erfuhr, ist vieles hierauf Bezügliche schon in dem I. Theile, bei der allgemeinen Geschichte jenes Zeitalters, angeführt worden. Wir besprachen dort bereits den Einfluß, welchen Paracelsus hinsichtlich der Einführung chemischer Präparate in den Arzneischatz ausgeübt hat; wir lernten dort die Angriffe kennen, welche gegen diese Neuerung geführt worden; es wurden dort die vorzüglichsten Vertheidiger der chemischen Heilmittel und ihre hauptsächlichsten Widersacher genannt.

Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie.

Wir gaben bei den bedeutendsten Vertretern der iatrochemischen Rich-

Digitized by Google

Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie.

tung an, welche Präparate sie als Heilmittel einführten. Wir haben hier den Einfluß dieser veränderten Richtung der Medicin für die Pharmacie noch etwas näher zu besprechen.

Bei dem Umstande, daß die Anwendung chemischer Präparate als Arzneien von den gelehrten Aerzten, von deren Ansicht vorzugsweise die Einrichtung der Apotheken abhing, verworfen wurde, gewann die Pharmacie in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts kein anderes Ansehen, als sie bisher gehabt hatte. Officinell waren damals fast nur die schon länger bekannten Heilmittel, nach den Vorschriften des Galenus oder der Araber gefertigt. Die Anhänger des Paracelsus bereiteten die chemischen Präparate selbst, welche sie als Arzneien verordneten. Unter solchen Verhältnissen mußte sich der Mißbrauch mit Geheimmitteln entwickeln, welcher besonders in der letzten Hälfte des 16. und im 17. Jahrhundert auf die bedauerlichste Weise stattfand; fast jeder Arzt, der sich in der ersten Zeit mit der Bereitung chemischer Heilmittel abgab, glaubte in einer neu entdeckten chemischen Verbindung eine Universalarznei zu finden. Später erst, wo die Bereitung der Heilmittel wieder ganz den Apothekern überlassen wurde und auch die chemischen Präparate in den Pharmacopöen Aufnahme fanden, erwuchsen den Pharmaceuten aus der neuen Richtung der Medicin wesentliche Erweiterungen ihrer chemischen Kenntnisse.

Die Pharmacopöen dieses Zeitraums, welche vorzüglich geschätzt waren und zum Theil gesetzliche Kraft hatten, weisen diese allmälige Anerkennung der chemischen Arzneien am besten nach.

Verbreitung der Apotheken.

Die Abfassung gesetzlicher Pharmacopöen wurde in dem 16. Jahrhundert hervorgerufen durch die zunehmende Anzahl der Apotheken. In Deutschland wurde die Einrichtung der Apotheken immer mehr verbreitet; in Hannover wurde 1565, in Braunschweig 1568, in Oldenburg 1598 die erste öffentliche Apotheke errichtet. In Schweden entstand um 1550 die erste Apotheke zu Stockholm; schon gegen das Ende des 16. Jahrhunderts wurden von dem Czar Boris Godunow Apotheker nach Rußland berufen. — Ueberall wurden jetzt auch gesetzliche Bestimmungen über die Pflichten und Rechte der Apotheker gegeben. Apothekerverordnungen und Taxen wurden erlassen für Sachsen 1567, für Liegnitz 1568, für Brandenburg 1574, für Hamburg 1587, und an vielen anderen Orten; wo schon früher dergleichen bestanden hatten, wurden sie erneuert. Aber mehr als die Feststellung der äußeren Verhältnisse der Pharmaceuten interessirt uns hier, was für die Förderung ihrer

Digitized by Google

chemiſchen Kenntniſſe von beſonderem Einfluſſe war, und es waren dies namentlich die Pharmacopöen.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Bei der immer größer werdenden Zahl der Apotheken wurde Gleichförmigkeit in der Darſtellung der Heilmittel dringendes Bedürfniß. Neben den von den Obrigkeiten anempfohlenen Pharmacopöen behielten aber auch ſtets die Schriften anderer ausgezeichneter Gelehrten ihr Anſehen. Wir wollen einige der bedeutenderen aus dem 16. Jahrhundert hier angeben.

Nach den Grundſätzen der alten Schule und mit Verwerfung der chemiſchen Arzneien ſchrieb in Deutſchland Otto Brunfels (aus Mainz gebürtig, Arzt zu Bern, wo er 1534 ſtarb), dem auch die pharmaceutiſche Botanik Ausgezeichnetes verdankt, ſeinen »Spiegel der Arzney« (1532), ſein »Jatrium medicamentorum simplicium« (1533), ſeine »Reformation der Apotheken« (1536), und mehrere andere Werke, welche auf Arzneibereitung Bezug haben; der Ingolſtädter Profeſſor der Arzneikunde Leonhard Fuchs de componendorum miscendorumque medicamentorum ratione (1549), Valerius Cordus auf Verlangen des Raths der Stadt Nürnberg die erſte deutſche geſetzliche Pharmacopöe: Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), in welches indeß doch einige, wenn auch nur wenige, chemiſche Präparate mit aufgenommen ſind; in Frankreich Jacob du Bois (auch Sylvius genannt, und nicht mit dem ſpäter lebenden Jatrochemiker dieſes Namens zu verwechſeln), Profeſſor zu Paris, de medicamentorum simplicium praeparatione, delectu, et mistionis modo (1542), und ſeine Methodus medicamenta componendi ex simplicibus (1541); Wilhelm Rondelet, Profeſſor und Kanzler zu Montpellier, de ponderibus, justa qualitate et proportione medicamentorum (1555), ferner ſeine Methodus de materia medicinali et compositione medicamentorum tam internorum, quam externorum (1556) und ſein Dispensatorium (1565); in Italien ſchrieb in gleicher Richtung der berühmte Anatom Gabriel Fallop zu Padua de compositione medicamentorum (1570). Ebenſo waren die chemiſchen Arzneien noch ausgeſchloſſen in den meiſten geſetzlichen Dispenſatorien des 16. Jahrhunderts, ſo in der Cölner Pharmacopöe (zuerſt 1565 gegeben), in der Augsburger (zuerſt 1573), in der Görlitzer Apothekerordnung (1600), in dem Antidotarium Bononiense (1574) und der Pharmacopoea Bergamensis (1580), in dem Pariſer Codex medicamentarius (welcher 1590 zuerſt gegeben worden war) noch in der Bearbeitung von 1615.

Digitized by Google

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Im Gegentheil lehrten vorzugsweise die Bereitung der chemischen Heilmittel in Deutschland Oswald Croll in seiner Basilica chymica (1608), Libavius in seiner Praxis alchymiae, hoc est, de artificiosa praeparatione praecipuorum medicamentorum chymicorum libri duo (1605), Adrian von Mynsicht in seinem Thesaurus et armamentarium medico-chymicum selectissimum, pharmacorum conficiendorum ratio propria laborum experientia confirmata (1631), in Frankreich Quercetanus in seinem Antidotaire spagyrique (1576), Turquet de Mayerne in seiner Pharmacopoea (gegen 1600); außerdem noch Angelus Sala, Glauber und die anderen Gelehrten, welche wir als Anhänger der Iatrochemie im I. Theile kennen lernten.

Im Anfange des 17. Jahrhunderts beginnen sich die Vorschriften zu verschmelzen, die bis dahin entweder die Bereitung der Galenischen oder die der chemischen Heilmittel ausschließlich gelehrt hatten. Die Apothekerbücher, welche in jener Zeit die gebrauchtesten waren, nahmen beide Arten von Arzneien mit einander auf; so das Dispensatorium medicum (1601) von G. Melich, einem Augsburger Apotheker, so die oft wieder aufgelegte Pharmacopoea medico-physica (1641) von dem Frankfurter Arzte J. Schröder. Auch in die gesetzlichen Pharmacopöen gingen nun diese Mittel in verschiedenem Maße über. Wir können hier nicht auf eine vollständige Aufzählung der Pharmacopöen, welche zu jener Zeit erschienen und auf die Bereitung der chemischen Präparate Rücksicht nahmen, eingehen, da ihre Zahl zu groß ist; es geschah aber dies namentlich schon in der Leydner Pharmacopöe von 1638 (welche 1628 zum ersten Male gegeben worden war), in der Amsterdamer von 1639, in der für Bordeaux von 1643, in der Frankfurter von 1656, in der Copenhagener von 1658, in der Londoner von 1650 (wo eine solche 1618 zuerst gegeben worden war).

Auch bei der Visitation der Apotheken nahm man nun Rücksicht auf die chemischen Arzneimittel; doch wurden damals noch zur Prüfung selten chemische Reagentien angewandt. Auf die Nothwendigkeit solcher Prüfungen machten im Anfange dieses Zeitalters besonders zwei italiänische Aerzte, Lisetti Benanci in seiner Declaratio fraudium et errorum apud pharmacopoeos commissorum (1553) und Antonio Lobetti in seinem Dialogo (1569), aufmerksam, und veranlaßten die Obrigkeiten zu Florenz und Ferrara zur Erlassung eines Gesetzes, wonach die Apotheker nur im Beisein besonders dazu ernannter Aerzte ihre Arzneien anfertigen durften.

Digitized by Google

Eine Anleitung zur Apothekenviſitation gab 1607 Jeremias Cornarius in ſeiner Fori medici adumbratio, et ex parte quidem, quae officinarum visitationem assistentium atque ceterarum directionem maxime spectat in synopsi facta, und Thomas Bartholin ſchrieb 1672 und 1673 zwei Programme de visitatione pharmacopoearum. Ein geſetzlicher Ordo visitandi officinas wurde 1688 zu Nürnberg erlaſſen. Anleitungen zur Arzneiprüfung.

Die Folgen davon, daß die Apotheker ſich mit der Darſtellung chemiſcher Präparate zu beſchäftigen nun veranlaßt waren, zeigten ſich bald; in dem folgenden Zeitalter ſchon, von der Mitte des 17. Jahrhunderts an, gehen aus der Schule der Pharmacie Chemiker hervor, welche zu den ausgezeichnetſten Repräſentanten unſerer Wiſſenſchaft zu rechnen ſind.

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie ſeit dem Zeitalter der phlogiſtiſchen Theorie.

Gleich im Anfange des neuen Zeitalters ſehen wir die Chemie würdig durch Pharmaceuten vertreten; die Verdienſte Kunkel's, Lemery's, St. F. Geoffroy's, Neumann's, Marggraf's, Scheele's, welche in der Ausübung der Pharmacie die erſte Anregung zum Studium der Chemie fanden, haben wir ſchon im I. Theile beſprochen. In gleicher Beziehung reihen ſich ihnen an in Frankreich Lefèvre, Glaſer, Boulduc, G. F. Rouelle, Cadet; unter den Lehrbüchern der pharmaceutiſchen Chemie, welche dort während dieſes Zeitalters herauskamen, heben wir noch hervor Malouin's [1]) Chimie médicale contenant la manière de préparer les remèdes les plus usités (zuerſt 1734 erſchienen); Baumé's [2]) Lehrbücher der pharmaceutiſchen Chemie.

[1]) Paul Jacob Malouin war 1701 zu Caen geboren; er widmete ſich der Medicin und ließ ſich als praktiſcher Arzt zu Paris nieder, wo er Leibarzt der Königin, königlicher Cenſor und Profeſſor der Pharmacie bei der mediciniſchen Facultät war. Er wurde Mitglied der Akademie in der Section für Chemie, hat übrigens für dieſe Wiſſenſchaft nur wenige und unbedeutende Originalarbeiten geliefert. Er ſtarb zu Verſailles 1778.

[2]) Antoine Baumé war zu Senlis 1728 geboren. Als Apotheker trat er zu Paris bei St. F. Geoffroy in die Lehre, und hier entwickelte ſich ſeine

Digitized by Google

Lehrbücher der pharmaceutiſchen Chemie.

ſo viel gebrauchte und oft wieder aufgelegte Elémens de pharmacie théorétique et pratique (zuerſt 1762 erſchienen), und Demachy's Manuel du Pharmacien (1788). In den Niederlanden hatte bereits 1684 Jacob le Mort (geboren zu Arnheim 1650, geſtorben als Profeſſor zu Leyden 1718) ſeine Pharmacia medico-physica rationibus et experimentis instructa herausgegeben, Barchuſen 1715 ſeine Synopsis pharmaciae. Mehr noch geſchah für das wiſſenſchaftliche Studium der pharmaceutiſchen Chemie in Deutſchland. Als Lehrbuch hierfür ſchrieb der gothaiſche Leibarzt Daniel Ludovici (aus Weimar gebürtig) ſchon 1671 ſeine Pharmacia moderno saeculo applicanda, eins der beſten und am meiſten gebrauchten Apothekerbücher der damaligen Zeit; G. W. Wedel ſchon 1677 ſeine Pharmacia in artis formam redacta und 1684 ſeine Pharmacia acromatica; J. H. Jüngken (geboren 1648 zu Kahlern in Heſſen, geſtorben 1726 als Arzt zu Frankfurt) ſein Corpus pharmaceutico-chemico-medicum 1697 und ſein Manuale pharmaceuticum 1698. Stahl, der die Wichtigkeit der Pharmacie als Arzt wie als Chemiker vorzüglich würdigen konnte, ſchrieb ſeine Fundamenta chemico-pharmaceutica generalia ac manuductio ad encheireses artis pharmaceuticae speciales (1721) und ſeine Fundamenta pharmaciae chemicae (1728); ihm folgte Joh. Friedr. Cartheuſer [1]), welcher 1736 ſeine Elementa chemiae medicae dogmatico-experimentalis und 1745 ſeine Pharmacologia theoretico-practica herausgab. Vorzüglichen Einfluß auf die chemiſche Bildung des

---

Neigung zum wiſſenſchaftlichen Studium der Chemie und Pharmacie. Er trat 1752 in das Collège de Pharmacie ein, an welchem er bald darauf zum Profeſſor der Chemie ernannt wurde; er verband mit dieſer Stellung den Beſitz einer Apotheke in Paris. Um ganz dem wiſſenſchaftlichen Studium leben zu können, gab er 1780 ſein Geſchäft auf; doch eröffnete er es ſpäter wieder, da ihm die Stürme der Revolution ſein Vermögen raubten. Nach der Errichtung des Nationalinſtituts wurde er, 1796, zum Mitglied deſſelben erwählt; er ſtarb zu Paris 1804.

[1]) Johann Friedrich Cartheuſer war geboren zu Hoya bei Stolberg 1704; er ſtarb als berühmter Profeſſor der Anatomie, Botanik und Chemie zu Frankfurt an der Oder 1769. Unterſuchungen von Pflanzenſäften bildeten das Hauptſächlichſte ſeiner Originalforſchungen. Sein Sohn Friedrich Auguſt Cartheuſer, Profeſſor der Arzneiwiſſenſchaft und Naturlehre zu Gießen, machte ſich um die mineralogiſche Chemie verdient durch Unterſuchungen über die chemiſchen Kennzeichen einzelner Mineralien, über ihre Anwendbarkeit als Flußmittel und Aehnliches.

Digitized by Google

Apothekerstandes in Deutschland übte aber C. G. Hagen's [1]) Lehrbuch der Apothekerkunst (die erste Auflage erschien 1778), dessen Wirksamkeit in vielen Auflagen und Uebersetzungen sich bis in die Gegenwart erstreckte.

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

Von welchem Erfolg eine wissenschaftliche Behandlung der pharmaceutischen Chemie war, wie sie in diesen Schriften versucht wurde, zeigte sich bald in den zahlreichen und verdienstvollen chemischen Arbeiten, welche unsere Wissenschaft seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts Mitgliedern des Apothekerstandes verdankt. Noch mehr fand dies während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen Statt. Unter den ersten Chemikern dieses Zeitalters gingen Klaproth und Vauquelin aus der Schule der Pharmacie hervor; der Erstere erwarb sich um diese Wissenschaft noch besondere Verdienste durch die (gemeinschaftlich mit Formey) ausgeführte Bearbeitung der preußischen Pharmacopöe (1799), welche zuerst in Deutschland nach den Grundsätzen der antiphlogistischen Chemie bearbeitet war, und bei ihrer großen Verbreitung wesentlich die Bekanntwerdung der antiphlogistischen Lehren und der neueren Nomenclatur beförderte. Ausgezeichnete Chemiker widmeten sich der Abfassung pharmaceutischer Lehrbücher; aus der Zeit, welche hier noch zu betrachten ist, erwähnen wir unter den Deutschen Göttling's (dessen »Einleitung in die pharmaceutische Chemie« 1778, und dessen »Handbuch der Pharmacie« 1800 erschien), Hermbstädt's (»Katechismus der Apothekerkunst« 1792, »Grundriß der theoretischen und experimentellen Chemie,« zuerst 1792), Trommsdorff's [2])

---

[1]) Carl Gottfried Hagen, geboren zu Königsberg in Preußen 1749, starb daselbst als Apotheker, Medicinalrath und Professor der Physik und Chemie 1829. Außer dem obengenannten Werke schrieb er noch »Grundriß der Experimentalchemie« (zuerst 1786, 3. Auflage unter dem Titel »Grundsätze der Chemie durch Versuche erläutert« 1796).

[2]) Johann Bartholomäus Trommsdorff wurde 1770 zu Erfurt geboren, wo sein Vater Professor der Medicin an der dortigen Universität und Apothekenbesitzer war. J. B. Tr. zeigte schon während seiner pharmaceutischen Lehrjahre reges Interesse an der Wissenschaft; noch als Gehülfe trat er als Schriftsteller mit großem Erfolge auf. Er übernahm 1792, nach dem Tode seines Vaters, dessen Apotheke; drei Jahre später wurde er als Professor der Physik und Chemie an der Universität zu Erfurt angestellt. 1823 wurde er Director der dortigen Akademie gemeinnütziger Wissenschaften. Er starb 1837. Vieles hat Trommsdorff für die wissenschaftliche Betreibung der Pharmacie geleistet durch sein pharmaceutisches Institut, welches, 1795 gegründet, 33 Jahre bestand, und aus dem viele der tüchtigsten Apotheker und Lehrer der

Digitized by Google

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

(»Systematisches Handbuch der Pharmacie« zuerst 1792, »Lehrbuch der pharmaceutischen Experimentalchemie« 1796), Westrumb's[1] (»Handbuch der Apothekerkunst« zuerst 1795—98) und Buchholz's[2] (»Grundriß der Pharmacie« zuerst 1802).

Neben diesen Lehrbüchern war noch von besonderm Einflusse auf die Verbreitung chemischer Kenntnisse unter den Apothekern die Errichtung pharmaceutischer Lehranstalten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und die Gründung pharmaceutischer Vereine, welche besonders in unserm Jahrhundert stattgefunden hat. Wir können auf eine nähere Besprechung dieser Institute hier nicht eingehen, so wenig als auf eine genauere Dar-

---

Chemie und Pharmacie hervorgingen; Vieles für die Naturwissenschaften überhaupt durch seine zahlreichen Schriften, von welchen wir hier nur die wichtigsten aufzählen wollen. Von seinem »Systematischen Lehrbuch der Pharmacie« erschienen von 1792 bis 1837 vier Auflagen, von seinem »Lehrbuch der pharmaceutischen Experimentalchemie« 1796 die erste, 1811 die dritte Auflage. Sein »Handbuch der pharmaceutischen Waarenkunde« erschien zuerst 1799 (dritte Auflage 1822), sein »Systematisches Handbuch der Chemie oder die Chemie im Felde der Erfahrung« von 1805 bis 1807 in 8 Bänden, »die Apothekerkunst in ihrem ganzen Umfange, oder allgemeines pharmaceutisch-chemisches Wörterbuch« 1806 bis 1822 in 4 Bänden. Für die wissenschaftliche Journalistik war Tr. thätig durch die Redaction seines »Journals der Pharmacie«, von 1794 bis 1834; den »Almanach für Scheidekünstler« gab er 1820 bis 1829 heraus.

[1]) Johann Friedrich Westrumb, geboren 1750, starb als Apotheker und Bergcommissär zu Hameln 1819. Seine »physikalisch-chemischen Abhandlungen« erschienen von 1785 bis 1800 in 6 Bänden, außerdem noch mehrere kleinere Schriften, wie »Bemerkungen und Vorschläge für Bleicher« (1800), »Bemerkungen und Vorschläge für Branntweinbrenner« (1803) u. a.

[2]) Christian Friedrich Buchholz war in Eisleben 1770 geboren. Er widmete sich der Pharmacie und ließ sich 1794 als Apotheker in Erfurt nieder. Von dieser Zeit an war er vorzüglich für die Pharmacie und Chemie thätig, und viele Untersuchungen stellte er bis zum Jahre 1814 an, wo sein Gesundheitszustand ihm gleich kräftige Fortführung derselben nicht mehr gestattete. Abnahme des Gesichtssinnes, die sich später bis zu fast völliger Blindheit steigerte, ließ ihn an der Forthildung der Wissenschaft nur insofern noch Antheil nehmen, als er jüngeren Chemikern, die sich bei ihm aufhielten, mit seiner Erfahrung und seinem Rathe beistand. Er starb 1818. Von ihm erschienen, außer dem obengenannten Werke, »Beiträge zur Erweiterung und Berichtigung der Chemie« (1799 bis 1802) und verschiedene kleinere Schriften. Die »Redaction des Almanachs für Scheidekünstler« führte er von 1802 bis 1814; auch an der Herausgabe mehrerer anderen chemischen Zeitschriften, wie des »neuen allgemeinen Journals für Chemie« und des »Journals für Chemie und Physik« (beide von Gehlen redigirt) nahm er thätigen Antheil.

Digitized by Google

ſtellung der Leiſtungen der pharmaceutiſchen Chemie in der Gegenwart, oder auf eine Schilderung der Gelehrten, welche in unſeren Tagen vorzugsweiſe zu einem gründlichen Studium derſelben beigetragen haben. Die Specialitäten in dieſer Beziehung übergehend, heben wir nur die Folgen ſolcher Beſtrebungen hervor. Immer mehr entfernte ſich, ſeit dem Ende des vorigen Jahrhunderts, die pharmaceutiſche Chemie von der Richtung, die ſie noch im Anfange deſſelben befolgt hatte, wo ſie von den Forſchungen der rein wiſſenſchaftlichen Chemie nur die Reſultate entlehnte, welche mit der Anfertigung von Arzneien im nächſten Zuſammenhang ſtehen. Immer mehr verknüpfte ſich die pharmaceutiſche Chemie mit der rein wiſſenſchaftlichen; die Lehrbücher für die erſtere, die früher nur Sammlungen empiriſcher Vorſchriften geweſen waren, nahmen den Charakter gediegen wiſſenſchaftlicher Werke an, und die zunächſt für Pharmacie gegründeten Zeitſchriften wurden zu wichtigen Sammlungen von Arbeiten für die reine Chemie. Und ſo eng hat ſich die Pharmacie mit der Chemie jetzt verſchmolzen, daß der Standpunkt der erſteren in einem Lande nicht mit Unrecht als der Maßſtab der Verbreitung rein chemiſcher Kenntniſſe betrachtet wird, daß jeder Fortſchritt der Pharmacie zugleich als ein Fortſchritt der rein wiſſenſchaftlichen Chemie gilt, daß jeder Verſuch zur Hebung der Pharmacie zugleich die Beförderung der chemiſchen Wiſſenſchaft in ſich ſchließt.

Verſchmelzung der pharmaceutiſchen Chemie mit der wiſſenſchaftlichen Chemie.

Digitized by Google

Entwicklung der angewandten Chemie.

Einleitung.

Von den einzelnen Zweigen der Chemie, deren Geschichte hier eine abgesonderte Darstellung verlangt, bleibt uns noch die angewandte Chemie übrig; wir haben noch Einiges darüber anzugeben, wie sich die Anwendung unserer Wissenschaft auf die verschiedenen Künste und Gewerbe entwickelte. Aus einem allgemeineren Gesichtspunkte lassen sich indeß die Fortschritte der angewandten Chemie nicht wohl betrachten; ihre einzelnen Theile, die Metallurgie, die Färberei, die Töpferkunst, die Glasbereitung, die fabrikmäßige Gewinnung einzelner chemischer Präparate, die Branntweinbrennerei, die Anwendung der Chemie auf die Agricultur u. s. w., stehen unter einander in zu geringem Zusammenhange, als daß man alles hierher Gehörige zu Einem Ganzen zusammenstellen könnte. Ereignisse, welche für einzelne dieser Theile neue Perioden beginnen lassen, sind für die anderen ohne alle Bedeutung. Bei der Verschiedenartigkeit des Stoffes, welcher in der Geschichte der angewandten Chemie zu betrachten ist, kann eine Eintheilung des ganzen zu übersehenden Zeitraumes keine aus der Sache selbst entlehnte, sondern nur eine künstliche sein. Wir könnten die Fortschritte der angewandten Chemie von Jahrhundert zu Jahrhundert verfolgen; wir ziehen es vor, die Eintheilung, welche sich für die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie im Allgemeinen als die natürlichste bewies, auch hier zu Grunde zu legen und anzugeben, wie mit jedem Fortschritt in der Richtung der wissenschaftlichen Chemie auch ihre Anwendung auf die Künste und Gewerbe sich vervollkommnete. Begnügen müssen wir uns hier, über die Ausdehnung einer solchen Anwendung der Chemie für die verschiedenen Zeitalter im Allgemeinen zu berichten, und die Specialitäten, deren Anführung diese des Verschiedenartigen ohnehin genug enthaltende Uebersicht noch mehr zerreißen würde, bis zu der Geschichte der einzelnen betreffenden Stoffe versparen.

Digitized by Google

Technisch-chemische Kenntnisse der Alten.

Alles, was von der angewandten Chemie bis zu dem Anfange unserer Zeitrechnung empirisch erkannt war, möchten folgende Angaben umfassen.

Metallurgie.

Der Ursprung der metallurgischen Kenntnisse verliert sich in das höchste Alterthum; jede Nation schreibt die Entdeckung der Metalle oder der Kunst, sie weiter zu bearbeiten, mythischen Personen zu; so die Griechen die erste Behandlung des Eisens dem Prometheus und den Cyclopen, die Entdeckung des Goldes dem Cadmus u. s. w.; die Israeliten die erste Kenntniß der Bearbeitung von Metallen dem Tubalkain; die Phönicier und Aegypter nach Sanchuniathon und Diodor die Kunst, Metalle überhaupt aus den Erzen zu gewinnen, ihren ältesten Heroen und Königen. Ueber die angewandten Verfahrungsweisen bei der Ausziehung der Metalle aus den Erzen haben wir keine Nachricht; der Eisenschmelzöfen erwähnt schon Moses.

Zur Zeit des römischen Weltreiches wurden metallurgische Arbeiten in großem Maßstabe ausgeführt; allein die Schriftsteller jener Zeit theilen nichts mit über die dabei vorkommenden chemischen Operationen. Plinius, Diodor, Strabo lehren uns nichts kennen über die Zusätze, welche man bei dem Schmelzen der Erze machte; nur über die mechanische Zubereitung geben sie Aufschluß; sie bestand damals schon im Pochen, Waschen, Mahlen des Erzes. Ueber die fast einzige chemisch-metallurgische Operation, die wir aus jener Zeit kennen, das Feinbrennen des Goldes und Silbers, haben wir schon oben in der Geschichte der analytischen Chemie gesprochen. Außerdem ist die Gewinnung des Quecksilbers aus Zinnober durch Erhitzen mit Eisen hier noch hervorzuheben. Bergbau auf Silber und Gold wurde besonders in Spanien betrieben, auf Blei in Spanien und Gallien, auf Zinn in England; wegen seines Reichthums an Eisenerz war Elba berühmt.

Färbekunst.

Die Färbekunst ist von gleich hohem Alter. In den Denkmälern der Aegypter aus den entferntesten Zeiten finden sich in verschiedenen Farben gefärbte Zeuge von Leinen und Baumwolle; Moses erwähnt häufig gefärb-

Digitized by Google

Färbekunst. ter Stoffe, und zwar auch derselben Farben in verschiedenen Schattirungen. Die Kunstfertigkeit der Phönicier in der Purpurfärberei ist bekannt; auch steht fest, daß sie durch (gefaulten) Urin oder anderes Salz (Natron) die Farben künstlich zu schattiren wußten. Die Aegypter scheinen damit bekannt gewesen zu sein, daß gewisse Solutionen mit Farbestoffen andere, dauerhafte, Farben geben; sie scheinen bereits verschiedene Farben auf demselben Zeuge hervorgebracht zu haben, indem sie zuerst einzelne Stellen mit einer Beize bestrichen und dann das Ganze in Farbe tauchten. Vielleicht auch, daß der Proceß der doppelten Färbung, dessen die israelitischen, griechischen und römischen Schriftsteller erwähnen, nicht zweimaliges Eintauchen in Farbebrühe, sondern Eintauchen in Beize und dann in Farbebrühe bedeutet. — Die Griechen kannten nur wenige Farbestoffe, und weiß, schwarz, gelb und roth waren nach Plinius die von ihren Malern hauptsächlich gebrauchten Farben. Unter den Römern mehrte sich die Zahl der letzteren bedeutend. Als weißer Farbe bediente man sich der Kreide und des Bleiweißes, als schwarzer des Kienrußes; durch Mischung des letzteren mit Eisenoxyd oder Braunstein erhielt man die dunkleren Schattirungen von braun. Als einer kostbaren rothen Farbe auf Zeuge bediente man sich noch zu Plinius' Zeiten des Safts der Purpurschnecke, sonst auch des Krapps. Zu Malereien fanden außerdem rother Ocher, Zinnober und Mennige Anwendung. Gelb malte man mit gelbem Ocher, dem man mit Kreide oder Mennige andere Schattirungen zu geben wußte. Blau mit Indigo oder fein gemahlenem Glase, welches man mit Kupfer gefärbt hatte; die blaue Farbe an antiken Malereien ist auch mitunter durch kobalthaltiges feingemahlenes Glas hervorgebracht. Die grüne Farbe malte man mit Kupferverbindungen, namentlich mit natürlichem kohlensauren Kupfer und Grünspan.

Töpferkunst. In die ältesten Zeiten steigt auch die Erfindung der Töpferkunst hinauf; die erste Verfertigung gebrannter Steine und Töpferwaare wird nicht einmal durch eine Sage angedeutet.

Die Aegypter bereits wußten die Bausteine zu glasiren und feinere Töpferarbeit mit Email farbig zu malen. In Europa zeichneten sich in früher Zeit die Etrusker durch Kunstfertigkeit und verschiedene Farben ihrer Töpferarbeit aus; zu Plinius' Zeiten waren besonders die Städte Tralles in Lydien, Erythrea in Jonien, Adria in Oberitalien, Rhegium und Cumä in Unteritalien ihrer kunstvollen Töpferwaaren wegen berühmt. Die

Digitized by Google

Römer kannten keine dem Porzellan entsprechende Thonwaare (vergl. vasa murrhina); wohl aber war die Porzellanfabrikation längst schon den Chinesen bekannt, und auch in den ägyptischen Bauwerken sind einzelne dem Porzellan nahe kommende Gefäße aufgefunden worden.

Glasbereitung.

Die Glasbereitung scheint eine Erfindung der Aegypter zu sein, wenn sie gleich schon im Alterthum den Phöniciern allgemein beigelegt wurde. Allen historischen Nachrichten zufolge ist die Zeit der Entstehung jener ägyptischen Bauwerke, in welchen viele Gefäße von reinem und gefärbtem Glase gefunden wurden, älter als die Periode, in der vorzugsweise die Phönicier mit der Glasbereitung sich beschäftigten; die letzteren scheinen vielmehr anfangs nur den Verkauf des ägyptischen Glases besorgt zu haben, wegen dessen Bereitung Theben berühmt war. Unter den Griechen erwähnt Aristophanes (im 5. Jahrhundert v. Chr.) des Glases zuerst. — Zu Plinius' Zeit begann man in Spanien und Frankreich Glashütten anzulegen; er giebt die Bestandtheile und die Art des Formens durch Blasen genau an; auch erwähnt er der verschiedenen Färbung des Glases.

Darstellung chemischer Präparate.

Nur wenige chemische Präparate wurden von den Alten fabrikmäßig dargestellt. Bei den Aegyptern bereits wurde die Soda im Großen gewonnen, sie gebrauchten sie zum Einbalsamiren; von israelitischen Schriftstellern wird ihrer Anwendung zum Waschen erwähnt. Zu Plinius' Zeiten bereitete man Pottasche durch Auslaugen von Holzasche. Derselbe Schriftsteller erwähnt zuerst der Seife, als einer Erfindung der Gallier, und daß sie aus Fett und Asche bereitet werde. — Sonst fabricirte man noch Bleiweiß, Bleiglätte und Mennige, Grünspan und Vitriol, der schwefelsaures Kupfer und Eisen gemischt enthalten zu haben scheint. Den Zucker gewann man in Indien nur in kleinen Mengen und zum Arzneigebrauche. — Die Stärke wurde besonders von den Griechen dargestellt, durch Auswaschen aus Weizenmehl.

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Processe.

Hinsichtlich der technischen Processe, welche auf der Gährung beruhen, war den Alten die Säuerung des Brotes, die Wein- und Essiggährung bekannt (vergl. Gährung im IV. Theile). Die erstere kannten schon die ältesten Israeliten; bei Moses wird ungesäuertes Brot von gesäuertem unterschieden. — Die Entdeckung der Gährung des Mostes wird von den verschiedenen Völkerschaften für eine auch für sie weit entfernte Zeit angegeben; die Griechen legen sie dem Bacchus, die Israeliten dem Noah bei. Zur Zeit der Römer wußte man den Wein auf sehr

Digitized by Google

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Processe.

verſchiedene Art zu behandeln, indem man ſeine Gährung durch Anwendung niedriger Temperatur verlangſamte oder den Moſt vorher einkochte u. ſ. w. Aus Gerſte bereiteten ſchon die Aegypter, ſpäter die Germanen und Gallier das Bier. Auch den Honig, mit Waſſer verdünnt, wußte man zu Plinius' Zeit in Gährung zu bringen. — Des Eſſigs wird ſchon in den Büchern des alten Teſtaments Erwähnung gethan.

Agricultur.

Die Verbeſſerung der Aecker durch Dünger beſchäftigte die Alten viel; ihre Schriftſteller über den Ackerbau bemühen ſich, die verſchiedenen Miſtarten ihrer Wirkſamkeit nach zu claſſificiren. Auch ſuchte man damals ſchon die verſchiedenen Bodenarten durch Vermiſchen mit anderen zu verbeſſern.

Dieſes iſt die Entwicklung der techniſch-chemiſchen Kenntniſſe bis zur Zeit des Anfangs unſerer Zeitrechnung. Die nächſten Jahrhunderte bringen auch für dieſen Zweig unſerer Wiſſenſchaft keine Erweiterung; während des zunächſt folgenden Zeitalters der Alchemie erſt breitet ſich die Anwendung der Chemie auf die Technik weiter aus.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Metallurgie.

In der Fortſetzung des Bergbaues in den Ländern, wo ſchon bei den Alten die Erze genutzt worden waren, in dem Aufblühen deſſelben in Gegenden, wo ſich früher keine Spur davon findet, zeigt ſich im Zeitalter der Alchemie das Fortbeſtehen und die Verbreitung metallurgiſch-chemiſcher Kenntniſſe. In Spanien beuteten die Araber eifrig die ſchon früher eröffneten Bergwerke aus; in dem ſüdlichen Frankreich wurde, Urkunden aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts zufolge, in dieſer Zeit bereits Bergbau getrieben, und ſchon früher in Tyrol und Steyermark; in die Mitte des 11. Jahrhunderts gehen die zuverläſſigen Nachrichten zurück, welche man über die Exiſtenz von Bergwerken in Naſſau hat, und damals bereits waren die ſchleſiſchen Hüttenwerke im beſten Gange. Während des 12. Jahrhunderts beſchäftigte man ſich in Böhmen und viel früher ſchon am

Digitized by Google

Harz eifrig mit Bergbau. Im 13. und 14. Jahrhundert wurden in den meisten dieser Gegenden für die Förderung und Bearbeitung der Erze rechtliche Bestimmungen eingeführt. Gegen das Ende des 15. Jahrhunderts entdeckte man die Quecksilberbergwerke zu Idria. In England standen die Zinnwerke fortwährend in Flor.

Färbekunst.

Für die Färberei ist aus diesem Zeitalter wichtig die Verbreitung des Gebrauchs der Kermesfarbe durch die Araber an die Europäer und die Benutzung des Orseillefarbestoffes um 1300. Die Entdeckung von Amerika ließ den Indigo in Europa verbreitet werden, und verdrängte den Anbau und die Benutzung des Waids.

Töpferkunst.

In der Töpferkunst wurde die Benutzung der Glasur aus Blei und Zinn allgemeiner; ein Alchemist, Petrus Bonus von Ferrara, und Albertus Magnus erwähnen ihrer zuerst, aber als einer den Töpfern bekannten Sache, in dem Anfange des 13. Jahrhunderts.

Glasbereitung.

Die Kunst der Glasbereitung war gleichfalls im Zunehmen, namentlich zeichnete sich jene Zeit in der Kenntniß der Mittel aus, Farben in Glas einzubrennen; die ältesten Gemälde der Art sind die in der Abtei zu St. Denis in Frankreich aus dem 12. Jahrhundert. — Der Glasspiegel geschieht zuerst 1279 durch Johannes Pekham, einen englischen Franciscaner († 1292) Erwähnung; lange waren sie nur mit Blei belegt, verdrängten indeß doch bald die bis dahin gebräuchlich gewesenen Metallspiegel.

Darstellung chemischer Präparate.

Unter den chemischen Präparaten, deren Darstellung damals fabrikmäßig betrieben wurde, ist der Alaun wichtig. Geber erwähnt Alauns von verschiedenen Arten; im 13. und 14. Jahrhundert war es vorzüglich das byzantinische Reich, wo Alaun gewonnen und von wo aus er in die anderen Länder Europa's eingeführt wurde. Im 15. Jahrhundert kamen die Alaunwerke in Italien, auf der Insel Ischia, zu Tolfa im Kirchenstaat und zu Volterra in Toscana, in Betrieb; zu derselben Zeit gedenkt Basilius Valentinus bestehender Alaunsiedereien in Ungarn, Böhmen und Sachsen. Zinkvitriol wurde im 14. Jahrhundert in Kärnthen gesotten, und im folgenden spricht Basilius von den Vitriolwerken in dem südlichen Tyrol, in Ungarn und am Harz. —

Branntweinbrennerei.

Der Branntwein, dessen Gebrauch noch im 14. Jahrhundert nur in der Medicin stattfand, wurde bereits im folgenden ein unter dem Volke viel verbreitetes Getränk, und gegen das Ende desselben scheint man bereits seine Darstellung aus Getreide gekannt zu haben.

Digitized by Google

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie.

Metallurgie. Die Metallurgie war abermals derjenige Theil der techniſchen Chemie, in welchem auch während dieſes Zeitalters vorzugsweiſe Fortſchritte gemacht wurden. Die Probirkunſt wurde ſyſtematiſch behandelt von Agricola, der zugleich die chemiſche Vorbereitung der Erze, das Röſten und Brennen, genau beſchrieb; zu ſeiner Zeit auch lernte man viele Nebenproducte metallurgiſcher Operationen, die man bis dahin verloren gehen ließ, weiter verwerthen; am Harz fing man an, den bei dem Röſten entweichenden Schwefel zu gewinnen, und den bei dem Schmelzen zinkhaltiger Erze ſich bildenden Ofenbruch für die Meſſingbereitung zu nützen. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts machte man auch in Sachſen die Entdeckung, aus kobalthaltigen Erzen die blaue Glasfarbe zu bereiten. In den peruaniſchen Silberbergwerken führte um 1570 der Spanier Velasco den Amalgamationsproceß ein, der in Mexico ſchon mehrere Jahre früher in Anwendung gekommen war; ihn verbeſſerte im Anfange des 17. Jahrhunderts Alonſo Barba.

Färbekunſt. In der Färbekunſt wurden der Indigo und die Cochenille immer allgemeiner eingeführt, ſo ſehr auch verſchiedene Landesregierungen, beſonders in Deutſchland, den Gebrauch des erſteren zu verhindern ſuchten, indem dadurch dem Anbau des Waids Abbruch geſchah. Der Holländer Drebbel[1]) bemerkte 1639 die ſchöne hochrothe Farbe, welche Cochenille von Zinnauflöſung annimmt, und führte den Gebrauch der letzteren in die Färbereien ein; ſeine Methode der Scharlachfärberei wurde 1643 durch einen andern Holländer, Kepler, in England eingeführt, und zu einem wichtigen Induſtriezweige. Der Venetianer Johann Ventura Roſetti ſammelte ſeine Erfahrungen über die Färbekunſt, die er ſich durch lange Reiſen erworben hatte, und publicirte ſie 1540 als das erſte Compendium dieſer Kunſt unter

[1]) Cornelius Drebbel, geboren zu Alkmar in Holland 1572, war ein reicher Landwirth, der ſich viel mit Naturwiſſenſchaften und Mathematik beſchäftigte. Kaiſer Ferdinand II. ernannte ihn zum Informator ſeines Prinzen, welche Stelle er bis 1620 bekleidete. Er ging hierauf nach London, wo er 1634 ſtarb.

Digitized by Google

dem Titel: Plieto dell' arte de' tentori. Glauber machte viele für die Färbekunst. Färbekunst wichtige Beobachtungen, so über die purpurrothe Schattirung der Cochenillefarbe durch Kali, die scharlachrothe durch Säure, die gelbe Färbung animalischer Substanzen durch Salpetersäure, die Anwendung der Eisensolution als einer Beize bei der Schwarzfärbung des Leders, der Wolle, der Leinwand und des Holzes. Daß der Alaun um die Mitte des 16. Jahrhunderts bei den Färbern als Beizmittel in verbreiteter Anwendung stand, bezeugt auch Palissy.

Die Töpferkunst erhielt Erweiterungen mannichfacher Art. Durch Töpferkunst. Agricola wurden viele hierhergehörige Verfahrungsweisen bekannter; er wußte, daß nicht allein Zinn und Blei zusammen eine gute Glasur geben, sondern daß die Bleiglätte auch für sich mit unschmelzbarem Thon sich zu Glasur vereinigt. Besonders zeichnete sich aber in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts in dieser Beziehung Palissy[1]) aus. In seinen Schriften l'Art de terre und des terres d'argile verbreitete er seine durch die mühsamsten und ausdauerndsten Arbeiten gewonnenen Kenntnisse über die Einschmelzung von Farben auf gebrannte Gefäße, über die verschiedene Güte der verschiedenen Thonarten zum Anfertigen der letzteren, und über die Bereitung der Fayence.

Die Kunst der Glasbereitung verbreitete sich nach England, wo 1557 Glasbereitung. zu London, und nach Schweden, wo 1641 die erste Glashütte angelegt wurde; die blühendsten Glasfabriken während des 16. Jahrhunderts waren die venetianischen zu Murano. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts lebte Antonio Neri, ein Priester, aus Florenz gebürtig, der sich auf seinen Reisen in Italien und den Niederlanden viele Erfahrungen hinsichtlich der Glasbereitung erworben hatte, die er in seiner Schrift de arte vitraria niederlegte. Ein englischer Arzt, Christoph Merret, vermehrte den

[1]) Bernard Palissy ist nach Einigen 1499, nach Anderen 1515 zu La Chapelle-Biron, einem kleinen Dorfe in Perigord, geboren. Von 1544 an beschäftigte er sich hauptsächlich mit der Auffindung der Methoden, in Email auf gebrannte Waaren zu malen. Als Protestant wurde auch er 1560 verfolgt, zu Bordeaux eingekerkert, und nur gerettet durch die Fürsprache des Connetable von Bourbon bei der Königin Maria von Medicis. Aus Dankbarkeit schloß er sich dem Hofe der letzteren an. Er starb 1589. Seine verschiedenen oben genannten Schriften publicirte er in dem Zeitraume von 1557 bis 1580, vollständig wurden sie herausgegeben 1777 durch Faujas de Saint-Fond und Gobet, 1844 durch Cap.

Digitized by Google

Werth dieſes Werkes, das er 1681 neu herausgab, durch zahlreiche eigene Beobachtungen.

Darſtellung chemiſcher Präparate.

Die fabrikmäßige Gewinnung chemiſcher Präparate dehnte ſich auf viele Stoffe aus, die bis zu dieſem Zeitalter nur wenig im allgemeineren Gebrauch waren. Der Zinnober wurde im 16. Jahrhundert vorzüglich zu Venedig im Großen bereitet, die Fabrikation des Bleiweißes war allgemein bekannt, Alaun- und Vitriolſiedereien wurden an vielen Orten neu angelegt. Die Gewinnung des Scheidewaſſers ſcheint ſchon im 16. Jahrhundert allgemeiner bekannt geweſen zu ſein; Betrüger wendeten es häufig an, um Münzen zu eigener Bereicherung durch Waſchen leichter zu machen. Glauber zeigte die große Aehnlichkeit der Säure, die man bei der trockenen Deſtillation des Holzes bekommt, mit der Eſſigſäure, und den mannichfaltigen Gebrauch, den man von der erſteren machen kann, und gab beſſere Anleitung zur Gewinnung des Salpeters.

Branntweinbrennerei.

Der Genuß des Branntweins verbreitete ſich immer mehr unter alle Volksklaſſen und in alle Länder. In dem 16. Jahrhundert wurde er noch in großer Menge von Italien nach Deutſchland eingeführt, obgleich dem Genuß deſſelben in verſchiedenen Theilen des letzteren Reiches, in Heſſen, Frankfurt und Celle, Geſetze zu ſteuern verſuchten. Ebenſo erfolglos wie dieſe waren indeß die Verordnungen in Sachſen, Branntwein nur aus Wein, nicht aus Getreide zu brennen. Die Einführung des Branntweins begünſtigte insbeſondere der allgemeine Glaube, daß er ein heilſames Mittel gegen die meiſten Krankheiten ſei. So wurde gegen 1570 ſein Verbrauch in Schweden verbreitet, wo man ihn als Präſervativ gegen die Peſt dem Volke zuerſt bekannt machte. Viele Anleitungen zur Gewinnung des gebrannten Waſſers erſchienen in dieſem Zeitalter; Glauber erleichterte ſie noch dadurch, daß er die Deſtillation außer in metallenen auch in wohlfeileren hölzernen Gefäßen vornehmen lehrte.

Agriculturchemie.

Für die Agriculturchemie war Paliſſy thätig. In einer Schrift de la marne beſpricht er den Gebrauch des Mergels zur Verbeſſerung des unfruchtbaren Bodens. In einer andern, des sels divers et du sel commun, ſtellte er zuerſt die Behauptung auf, daß der Dünger nur durch ſeinen Gehalt an löslichen Salzen den Boden verbeſſere, und daß der Boden durch fortgeſetzten Anbau unfruchtbar werde, weil ihm dadurch alle Salze (löslichen Stoffe) entzogen werden.

Digitized by Google

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der phlogistischen Theorie.

Während dieses Zeitalters gewinnt die ganze Technik neue Bereicherungen durch die Anwendungen, welche die Chemiker von ihrer Wissenschaft auf sie machen. Von Boyle, Becher und Kunkel an bis zu Bergman interessiren sich die ausgezeichnetsten Chemiker für praktische Benutzung ihrer neugewonnenen Ansichten. — Auf eine Unterscheidung der Chemie in reine und angewandte drang 1764 Andreas Johann Retzius, Professor zu Lund; 1757 hatte Gottfried August Hoffmann seine »Chemie zum Gebrauch des Haus-, Land- und Stadtwirths, des Künstlers, des Manufacturiers, Fabrikanten und Handwerkers« publicirt. Dies war das erste Compendium einer technisch-ökonomischen Chemie.

Metallurgie.

Die metallurgische Chemie änderte verhältnißmäßig am wenigsten ihren Charakter. Die alten Verfahrungsweisen wurden großentheils ungeändert beibehalten; die einzelnen Vorschläge zu Verbesserungen, welche in der ersten Zeit dieser neuen Periode gemacht wurden, sind nicht bedeutend genug, daß hier eine ausführlichere Aufzählung derselben nöthig wird. Die beste Zusammenstellung der seiner Zeit in den metallurgischen Operationen gebräuchlichen Verfahrungsweisen gab Schlüter in seinem »gründlichen Unterricht von Hüttenwerken« 1738. Von großer Wichtigkeit waren noch die Arbeiten eines Sven Rinmann's in Schweden, der mit großem Erfolg die Fortschritte der Chemie für die Hüttenwerke und Metallfabriken zu benutzen suchte; eine ausgezeichnete Anleitung zur Eisenbereitung gab er 1782. In ähnlicher Weise nützte nach ihm in Schweden Gahn; Bergman untersuchte mit Erfolg den Unterschied des Gußeisens vom Stahl und vom Schmiedeeisen, und die Ursachen der verschiedenen Güte des letzteren. Das bisher stets geheimnißvoll betriebene praktische Verfahren, Eisen in Stahl zu verwandeln, hatte Réaumur[1]) schon 1722 in Frankreich gelehrt, auch

[1]) René Antoine Ferchault de Réaumur war zu Rochelle 1683 geboren. Er genoß hier seinen ersten Unterricht, und studirte dann in dem Jesuitencollegium zu Poitiers. Nachdem er sich später einige Zeit zu Bourges aufgehalten

Digitized by Google

Metallurgie. die Art, wie man Eisenblech verzinnt, gezeigt, und 1726 die Darstellung des Gußeisens verbessert. Duhamel erläuterte 1764 die Messingfabrikation; Hellot stellte 1756 die Grundsätze, wonach die Metalle aus den Erzen geschieden werden müssen, zusammen. Zur Prüfung der Erze erschienen Anleitungen in Menge. Den Amalgamationsproceß führte Born 1785 in den ungarischen Silberwerken ein.

Färbekunst. Für die Färbekunst wurde besonders wichtig die Entdeckung des Berlinerblau's (1710). Den Färbeproceß auf chemische Grundsätze zurückzuführen, bemühte man sich bald; die berühmtesten Chemiker beschäftigten sich damit. G. E. Stahl schrieb schon 1702 seine Adnotationes ad artem tinctoriam fundamentalem und 1703 seine »Vollkommene Entdeckung der Färbekunst«; Hellot gab 1740 die erste chemische Theorie des Färbeprocesses; Macquer publicirte 1763 seine technisch-chemische Schrift: l'art de la teinture en soye.

Töpferkunst. Die Töpferkunst wurde insbesondere erweitert durch erfolgreiche Versuche zur Darstellung des Porzellans. In Deutschland entdeckte Böttticher in Sachsen das Geheimniß der Porzellanbereitung 1709, und im folgenden Jahre wurde die Fabrik in Meißen eingerichtet. Wissenschaftlicher war der Weg, auf welchem Réaumur (1727—1730) die Bereitung des Porzellans zu erforschen suchte; er erkannte, daß sie auf einer Vermengung zweier verschiedener Erdarten beruht, wovon die eine unschmelzbar ist, die andere aber in hoher Temperatur schmilzt, die erstere einhüllt, und mit ihr eine feuerbeständige, durchscheinende Masse bildet. Seine Arbeiten nahmen 1758

---

und hier hauptsächlich mit Physik und Mathematik beschäftigt hatte, kam er 1703 nach Paris. 1708 trat er in die Akademie als Eleve des Mathematikers Varignon; seine ersten Untersuchungen betrafen vorzüglich einzelne Theile der Geometrie. Später beschäftigte er sich hauptsächlich mit naturhistorischen Forschungen, welche Anwendungen für die Praxis erlauben; so über die Seethiere, welche sich an feste Körper anhängen, über den Saft der Purpurschnecken, über die Stärke gedrehter Seile, und ähnliche Gegenstände. Für sein Werk über Stahlbereitung ward ihm von dem Herzog von Orleans, damaligem Regenten von Frankreich, eine Pension von 12000 Livres, die Réaumur auf die Akademie übertragen ließ, und zur Aufmunterung des Gewerbfleißes bestimmte. Er starb 1756. Seine meisten Schriften erschienen in den Memoiren der Pariser Akademie; von den selbstständig publicirten nennen wir hier: l'Art de convertir le fer forgé en acier (1722, 2. Aufl. 1770) und Nouvel art d'adoucier le fer fondu et de faire des ouvrages de fer fondu aussi fines que de fer forgé (1762).

Digitized by Google

Lauraguais, d'Arcet und Legay wieder auf, und ſuchten in Frankreich die richtigen Beſtandtheile zu finden, aus welchen ſich nach Réaumur's Anſichten Porzellan bereiten laſſe; durch ihre und Macquer's Bemühungen erreichte man dieſes Ziel, und in der Fabrik zu Sèvres fertigte man von 1769 an ächtes Porzellan. — Beſſere Anweiſung zur Verfertigung anderer feuerfeſter Thongefäße gab vorzüglich Pott. Töpferkunſt.

Mit der Glasbereitung beſchäftigte ſich im Anfange dieſes Zeitalters beſonders Kunkel, der nach vielfachen eigenen Erfahrungen Neri's und Merret's Schriften in ſeiner Ars vitraria experimentalis 1689 commentirte. Réaumur entdeckte die Umwandlung des Glaſes in das nach ihm benannte Porzellan 1727. Glasbereitung.

Immer größer wurde die Zahl der chemiſchen Präparate, welche man zu allgemeinerem Bedarf fabrikmäßig darſtellte. Nach Boyle's Ausſage waren zu ſeiner Zeit bereits Scheidewaſſerbrennereien im Großen in Gang. Die fabrikmäßige Gewinnung des Vitriolöls aus Eiſenvitriol beſchrieb zuerſt öffentlich ein Deutſcher, Johann Chriſtian Bernhard, 1755; diejenige aus Schwefel beſprach zuerſt der Engländer Doſſie 1758 in ſeinem Elaboratory laid open. Die Bereitung der Säuren und die zweckmäßige Benutzung der Nebenproducte lehrte vorzüglich noch der Franzoſe Demachy [1]); ſeine Schrift: l'Art du distillateur des eaux fortes (1773) wurde berühmt, und auch in Deutſchland durch Hahnemann's Bearbeitung („der Laborant im Großen“) ſehr bekannt. — Zur vortheilhafteren Gewinnung des Salpeters gab Stahl 1698 gute Anleitung. — Ein neuer wichtiger Fabrikationszweig entwickelte ſich von 1710 an durch die Entdeckung des Berlinerblau's. Die Gewinnung des Alauns auf richtige Darſtellung chemiſcher Präparate.

[1]) Johann Franz Demachy war 1728 zu Paris geboren, wo er auch ſeine Studien machte. Unter Rouelle hörte er Chemie, zugleich beſchäftigte er ſich viel mit ſchöner Literatur. Er widmete ſich der Pharmacie, und wurde in der Apotheke des Hôtel-Dieu angeſtellt. Später wurde er Oberapotheker im Militairhoſpital von St. Denys, dann Director der Apotheken ſämmtlicher Civilhoſpitäler in Paris. Auch bekleidete er die Stelle eines königlichen Cenſors. Er ſtarb 1803. Von ſeinen Schriften ſind noch als wichtig zu nennen: Instituts de chymie ou principes élementaires de cette science (1766); Procédés chymiques, rangés méthodiquement et définis (1769); Manuel du pharmacien (1788). Auch machte er ſich verdient durch die Ueberſetzung guter deutſcher Werke aus dem Gebiete der Chemie; ſo erſchien von ihm eine Uebertragung von Juncker's Conspectus chemiae (1757), von Pott's (1759) und von Marggraf's (1762) geſammelten Abhandlungen.

Digitized by Google

Darstellung chemischer Präparate.

Grundsätze zurückzuführen, bemühte sich Bergman. Vorzüglich aber war Duhamel thätig, in die Darstellung chemischer Fabrikate ein rationelleres Verfahren einzuführen; zur Bereitung des Salmiaks gab er 1735 Anleitung, zu der des Leims 1771, des Stärkemehls 1775, der Seife 1777 u. a. Für die Zuckerfabrikation bereitete Marggraf's Entdeckung des Runkelrübenzuckers (1745) eine neue Epoche vor. — Schon vor 1780 begannen mehrere Chemiker und Fabrikanten ihre Aufmerksamkeit der Darstellung der Soda aus dem Kochsalz zuzuwenden, ohne jedoch damals schon ein genügendes Resultat zu erhalten.

Agriculturchemie.

Die Agriculturchemie entwickelte sich langsam. In Frankreich suchte Réaumur 1730 die Merkmale der in Beziehung auf ihre Fruchtbarkeit verschiedenen Erdarten anzugeben. Dieser Gegenstand, und wie man durch Mischung verschiedener Erdarten die Fruchtbarkeit des Bodens steigern könne, wurde von mehreren Akademien in Frankreich als Preisfrage gestellt; so von der (1714 gestifteten) Akademie zu Bordeaux 1758 und 1765, so von der (1706 gestifteten) Societät zu Montpellier 1769, welche letztere eine Arbeit von Bergman (sie trägt in der lateinischen Sammlung seiner Schriften den Titel de terris geoponicis) 1771 des Preises würdig erkannte. Das Interesse für solche Untersuchungen war in Schweden hauptsächlich durch Wallerius geweckt worden, der von 1730 an chemische Forschungen in Anwendung auf die Agricultur anstellte; am bekanntesten wurde seine Schrift Agriculturae fundamenta chemica (1761), wo er bereits die Grundsätze des Feldbaues auf die Vergleichung der Bestandtheile in den Pflanzen mit den Bestandtheilen des Bodens, worauf sie wachsen, zu stützen suchte.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen.

Kurze Andeutungen können wir hier nur über die Fortschritte der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen geben, wenn nicht die Darstellung derselben ein durch seine Länge ermüdendes Register einzelner Entdeckungen sein soll. Wir wollen den Einfluß der

Digitized by Google

quantitativen Untersuchungsweise auf die technische Chemie und die hauptsächlichsten Leistungen, welche in den ersten Jahren dieses Zeitabschnittes vorkommen, kurz besprechen.

Verhältniß der Chemie zur Technik im Anfange dieses Zeitalters.

Das Bedürfniß, die Chemie mit der Technik inniger zu vereinigen, machte sich zu der Zeit, wo unsere Wissenschaft durch Lavoisier die letzte große Umgestaltung erhielt, in den verschiedenen Ländern auf verschiedene Weise fühlbar. In England hatte ein ausgezeichneter Gewerbsfleiß, ein großer praktischer Scharfsinn eine Menge einzelner chemisch-technischer Verfahrungsweisen empirisch erkennen lassen, mehr fast, als die theoretische Chemie in ihrem damaligen Zustande genügend erklären konnte. Viele praktische Vorschriften zu chemisch-technischen Processen waren bekannt, allein ein theoretisches Verständniß derselben selbst in beschränkterem Umfange war nur wenig verbreitet. Vorzügliches Verdienst schrieben deßhalb die Engländer denjenigen ihrer Chemiker zu, welche, nach der Mitte des 18. Jahrhunderts, die Chemie von einer gewerbsmäßigen Betreibung zu einer wissenschaftlichen Behandlung erhoben. — In Frankreich hatten seit längerer Zeit bereits ausgezeichnete Chemiker sich mit einzelnen Theilen der Technik beschäftigt, und über die hier statthabenden Vorgänge sich genauere theoretische Kenntniß erworben, ohne daß indeß dieses theoretische Verständniß zu besserer und allgemeiner praktischer Ausführung vielen Anlaß gegeben hätte, und es bedurfte der einflußreichen Chemiker, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts in Frankreich thätig waren, um die wissenschaftliche Kenntniß der chemischen Operationen in ihrer ganzen Wichtigkeit für die Praxis geltend zu machen. — In Deutschland wandten die Chemiker fortwährend der Technik ihre Aufmerksamkeit zu (als eins der besseren Lehrbücher aus jener Zeit nenne ich hier J. Fr. Gmelin's Anfangsgründe der ökonomischen und technischen Chemie, 1784), und die Technologen sahen ihrerseits gleichfalls die Nothwendigkeit immer mehr ein, die Chemie den hauptsächlichsten Grundlagen ihres Wissens beizuzählen; in dieser Beziehung verdient noch vorzüglich das Streben Beckmann's, des eigentlichen Begründers der Technologie als einer besonderen Wissenschaft, Anerkennung.

Zwei große Erscheinungen treten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zusammen, um den Einfluß der Chemie auf die Technik zu vergrößern, um alle Hülfsmittel darzuthun, welche die Chemie der Technik bieten kann. Es waren dies einerseits die plötzlichen und dringenden Anforderungen, welche in Frankreich an die wissenschaftliche Chemie gestellt wurden,

Digitized by Google

um eine Menge bis dahin in diesem Lande unbekannter Industriezweige zu schaffen, andererseits die Reform in der Theorie der Chemie, welche alle chemischen Vorgänge richtiger beurtheilen und mit größerer Sicherheit die theoretisch erkannten Verfahrungsweisen praktisch ausführen ließ.

Einfluß der quantitativen Untersuchungsweise.

Vorzügliche Fortschritte wurden für die technische Chemie dadurch veranlaßt, daß die quantitative Untersuchungsweise, welche bald überall durchzuführen man bemüht war, auch in ihr Anwendung fand. Genauer als je wurde nun der Gehalt der zu verarbeitenden Substanzen an wirksamen Bestandtheilen bestimmt, sorgfältiger die Menge des fabrikmäßig erhaltenen Products mit derjenigen verglichen, welche nach der rein wissenschaftlichen Betrachtung sich herausstellen müßte. Die Fehler der Operationen wurden so ermittelt, und größere Sicherheit in alle auf chemischen Grundsätzen beruhende Verfahrungsweisen der Technik gebracht.

Diese Richtung bethätigt sich auch schon in den ersten Leistungen der Chemiker für die technische Chemie im Anfange unseres Zeitalters. Lavoisier, nachdem er die Theorie des wichtigsten chemisch-technischen Hülfsmittels, der Verbrennung, richtiger erkannt hatte, suchte auch dafür die quantitativen Bestimmungen genauer zu geben; seine Arbeit über den Werth verschiedener Brennmaterialien in Beziehung auf die Hitze, welche gleiche Gewichte von ihnen geben (1787), verdient hier Erwähnung. In gleicher Beziehung arbeitete er über viele Theile der angewandten Chemie, über die Prüfung der Salpetererde auf ihren Gehalt (1777, 1792) und Aehnliches. — Die genaue Ausmittlung der rohen Stoffe an wirksamen Bestandtheilen suchte man den Fabrikanten zugänglicher zu machen; Decroizille's Methode für solche Bestimmungen, 1789 zuerst an der Prüfung der Bleichflüssigkeit durch Indigolösung gezeigt, verdient hier Erwähnung.

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Die fabrikmäßige Darstellung einzelner Substanzen wurde sicherer gemacht durch genaue Ermittlung ihrer Bestandtheile, so die des Stahls durch Berthollet, Vandermonde und Monge's Versuche über die verschiedenen Zustände des Eisens (1786), so die des Alauns durch Vauquelin und Chaptal's [1]) Arbeit (1790), welche das Kali als einen noth-

[1]) Jean Antoine Chaptal war 1756 zu Nozaret im Departement der Lozère geboren; er studirte Arzneikunde und Naturwissenschaften, und wurde Professor der Chemie und praktischer Arzt zu Montpellier. 1791 fand er zuerst Gelegenheit, sich durch seinen Patriotismus bei der Bestürmung der Citadelle von

Digitized by Google

wendigen Beſtandtheil jenes Körpers darthat, u. a. Neue Fabrikationszweige wurden mit den günſtigſten Reſultaten verſucht; die künſtliche Bereitung der Soda nach dem Leblanc und Dizé'ſchen Verfahren (1794) muß als vorzüglich wichtig hervorgehoben werden. Andere Fabrikationszweige, deren Begründung ſchon früher ſtattgefunden hatte, wurden jetzt erſt in größerem Maßſtabe und mit mehr Erfolg betrieben; ſo die Fabrikation des Zuckers aus Runkelrüben, zur Zeit des Anfangs unſeres Jahrhunderts hauptſächlich durch Achard's Bemühungen. Wichtigſte techniſch-chemiſche Leiſtungen.

Dieſelben Reſultate, welche man früher nur durch weitläufige Verfahren erlangen konnte, lernte man bald durch ſchneller und ſicherer wirkende Mittel erſetzen. Von welchem Einfluſſe auf das ganze Gewerbsweſen war Berthollet's Anleitung zur Benutzung der bleichenden Kraft des Chlors (1795), von welcher Wichtigkeit für die ſichere Darſtellung reiner Präparate Lowitz's Entdeckung der entfärbenden Kraft der Kohle (1786). Die meiſten chemiſchen Entdeckungen, viele rein wiſſenſchaftliche Arbeiten, gaben zu neuen Verfahrungsweiſen in der Technik Anlaß, oder lehrten ſchon früher bekannte beſſer verſtehen und erfolgreicher anwenden; wie wichtig wurde z. B. für die Färbekunſt Vauquelin's Entdeckung des Chroms (1797); wie wichtig für viele Gewerbszweige Wollaſton's Bemühungen, das Platin zu Gefäßen anzuwenden (ſeit 1800); wie wichtig für die Schwefelſäurefabri-

---

Montpellier auszuzeichnen. Beſondere Thätigkeit entwickelte er, als ihm 1793 die Direction der Pulverfabriken anvertraut wurde, die er indeß nicht lange verwaltete. Von 1794 bis 1798 lebte er wieder als Profeſſor zu Montpellier; im letzteren Jahre wurde er Berthollet's Nachfolger als Lehrer an der École des arts und Mitglied des Nationalinſtituts. Im folgenden Jahre wurde er Staatsrath, 1800 Miniſter des Innern, welche Stelle er bis 1804 bekleidete. Nachher wurde er zum Mitglied des Erhaltungsſenats, von Napoleon auch zum Grafen von Chanteloup ernannt. — Während der Regierung der 100 Tage wurde Chaptal abermals in das Miniſterium berufen; nach Napoleon's letztem Sturze trat er in den Privatſtand zurück, bis ihn Ludwig XVIII. 1819 zum Pair von Frankreich ernannte. Er ſtarb 1832. — Mehr als für die reine Chemie (ſeine Eléments de chymie erſchienen zuerſt 1790 [deutſche Ueberſetzung 1791—1805], die 4. Auflage 1803) hat Chaptal für die angewandte gearbeitet; ausgezeichnet auf die Entwicklung der chemiſchen Technologie wirkten, außer vielen kleineren Arbeiten, ſeine Schriften: Le perfectionnement des arts chymiques en France (1800), La Chymie appliquée aux arts (1807, deutſche Ueberſetzung 1808) und De l'industrie française (1819); für die rationellere Behandlung des Ackerbaues wirkte er durch ſeine Chymie appliquée à l'agriculture (zuerſt 1823, 2. Aufl. 1829).

Digitized by Google

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

kation Clement und Desormes' Arbeit (1806) über die Wirkung des Stickoxyds bei der Bereitung dieser Säure; wie wichtig für die Seifenfabrikation Chevreul's Untersuchungen über die Fette (von 1813 an); welchen Einfluß hatten die chemischen Untersuchungen über die Bildung der Essigsäure, über die Natur des hydraulischen Mörtels, über die Gase, welche zur Beleuchtung dienen u. s. w. auf die schnellere oder zweckmäßigere Bereitung und Anwendung dieser Körper.

Alle Theile der chemischen Technologie wurden mit dem größten Eifer von dem Anfange unseres Zeitalters an bearbeitet. Für die Färbekunst arbeitete Berthollet (l'art de teinture 1791), und schrieb Bancroft seine experimental researches, concerning the philosophy of permanent colors (1794). Ueber die Weinbereitung schrieb Fabbroni sein Werk: dell' arte di fare il vino (1787). Durch chemische Untersuchungen über die Nahrungsmittel zeichnete sich Parmentier[1]) aus, welchem auch viele einzelne Fabrikationszweige Ausgezeichnetes verdanken; die chemische Technologie als Ganzes bearbeiteten die gleichfalls auch um viele einzelne Gewerbe hochverdienten Gelehrten Chaptal und Hermbstädt[2]) — Senebier,

[1]) Antoine Augustin Parmentier, geboren 1737 zu Montdidier, kam als Apotheker nach Paris, wo er sich bald durch wichtige chemisch-technische Untersuchungen berühmt machte. Besonderes Verdienst erwarb er sich um die französische Armee durch eine bessere Einrichtung der Feldapotheken. Als Generalinspector dieser Einrichtungen starb er 1813.

[2]) Sigismund Friedrich Hermbstädt war 1760 zu Erfurt geboren; auf dem Gymnasium und der Universität seiner Vaterstadt erhielt er seine Ausbildung und begann das Studium der Arzneiwissenschaft. Er beschäftigte sich außerdem noch vorzüglich mit Chemie, und bildete sich hierin noch mehr in Langensalza aus, wo er als Gehülfe Wiegleb's einige Zeit lebte. Später übernahm er eine Apotheke in Berlin, und setzte seine Studien an der dortigen medicinisch-chirurgischen Bildungsanstalt fort; an diesem Institut wurde er 1791 zum Professor der Chemie und Pharmacie ernannt. Seine amtliche Thätigkeit erweiterte sich bald noch durch seine Anstellung in dem Obersanitätscollegium und in den obersten Behörden für medicinische und technologische Angelegenheiten; als Lehrer der Chemie wirkte er noch an der allgemeinen Kriegsschule, dem Bergwerks-Eleven-Institut, und 1819 wurde er ordentlicher Professor der Chemie und Technologie an der Berliner Universität. Er starb 1833. — Hermbstädt war einer der ersten unter den Chemikern, welche in Deutschland Lavoisier's Ansichten sich anschlossen und sie durch Uebersetzungen der Schriften des letztern und durch eigene Werke zu verbreiten suchten; sein »Systematischer Grundriß der allgemeinen Experimentalchemie« erschien zuerst 1791 — 1793 in 4 Bänden (die 3. Aufl. 1823). Außerdem zeichnete er sich besonders aus durch

Digitized by Google

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Ingenhouß, A. v. Humboldt, Th. v. Sauſſure, H. Davy, Chaptal, Hermbſtädt, Einhof, Schübler waren für die Agriculturchemie thätig, zum Theil ihren Unterſuchungen dieſen Theil der angewandten Chemie zum unmittelbaren Gegenſtand gebend, zum Theil durch rein phyſiologiſch-chemiſche Forſchungen eine vermehrte Anwendung der Chemie auf den Ackerbau vorbereitend.

Die vorhergehenden Mittheilungen geben Aufſchluß über die Fortſchritte der angewandten Chemie, über den Einfluß, welchen unſere Wiſſenſchaft auf das ganze Gewerbsweſen ausgeübt hat, bis etwa zu dem Anfange unſeres Jahrhunderts; ſie nennen die Gelehrten, welche die Anwendung der Chemie auf die Künſte und Gewerbe mit vorzüglichem Erfolg verſucht haben. Wir ſetzen dieſe Aufzählung nicht weiter fort, da dies uns unmittelbar in die Beſtrebungen der Gegenwart hineinführen müßte, die ihrerſeits in zu raſchem Vorandrängen begriffen ſind, als daß ſich ein Anhaltspunkt zu allgemeinerer Betrachtung ergeben könnte. Der Zuſammenhang zwiſchen Chemie und Technik in der Innigkeit, wie er gegenwärtig ſtatthat, iſt zu neu, als daß ſich die Reſultate dieſer Vereinigung ſchon jetzt auf eine befriedigende Art hiſtoriſch darſtellen ließen. Eine ſpätere Geſchichtſchreibung kann erſt die Ergebniſſe unter einem allgemeineren Geſichtspunkte zuſammenſtellen, welche aus der Ueberzeugung unſerer Zeit von der nothwendigen Baſirung der Technik auf wiſſenſchaftliche chemiſche Kenntniſſe hervorgehen.

Wir haben jetzt die verſchiedenen einzelnen Zweige unſerer Wiſſenſchaft, die analytiſche, die mineralogiſche, die pharmaceutiſche, die angewandte Chemie, durchgegangen, welche ſich in einer gewiſſen Abgeſchloſſenheit entwickelten, ſo daß eine beſondere Beſprechung für ſie nöthig war. Der Einfluß

ſeine Bemühungen, die Kenntniß der chemiſchen Technologie zu verbreiten; ſowohl durch Schriften über einzelne Gegenſtände, wie über die Färbekunſt (zuerſt 1802), die Bleichkunſt (1804), die Gerberei (1805—1807), die Seifenſiederei (1808), den Runkelrübenzucker (zuerſt 1809), die Branntweinbrennerei (zuerſt 1817), die Tabaksfabrikation (1822), die Bierbrauerei (1826) und viele andere, als auch durch Abfaſſung großer Lehrbücher (Grundſätze der Technologie 1816—1825, Grundriß der Technologie 1830—1831 u. a.), die Redaction verſchiedener technologiſcher Journale, und die Ueberſetzung vieler techniſch-chemiſcher Schriften.

Digitized by Google

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

dieſer einzelnen Zweige hat ſich immer mehr vergrößert, ſo daß einige davon jetzt eine ſelbſtſtändige Behandlung erfordern, und in ihrer ganzen Ausdehnung kaum mehr nur als eine einzelne Richtung der Scheidekunſt betrachtet werden können. Dieſe einzelnen Richtungen wurden zeitweiſe bearbeitet, ohne daß Erweiterung der chemiſchen Kenntniſſe zunächſt als Zweck vorausgeſetzt war, aber auch in den Zeiten, wo dies der Fall war, ſchloß das Voranſchreiten jeder dieſer Richtungen ein Voranſchreiten der Chemie in ſich. Der Betrachtung dieſer verſchiedenen Zweige der Chemie wollen wir hier anhangsweiſe die Geſchichte einer Richtung beifügen, welche von den vorhergehenden in der Art ſich unterſcheidet, daß ſie in Abnahme, ja in Vergeſſenheit gekommen iſt, während jene ihren Einfluß immer mehr ausbreiteten und jetzt ſelbſtſtändige Behandlung erfordern, — welche den vorhergehenden Zweigen der Chemie in der Weiſe ſich anſchließt, daß auch aus ihrer Bearbeitung den chemiſchen Kenntniſſen reichliche Vermehrung erwachſen iſt, obgleich das Ziel der Richtung zunächſt nicht chemiſche Naturforſchung war. Dieſe Richtung iſt die alchemiſtiſche, zu deren ſpecieller Geſchichte wir uns jetzt wenden wollen.

Digitized by Google

Specielle Geschichte der Alchemie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

In der allgemeinen Geſchichte der Chemie lernten wir Zeitalter kennen, wo unſere Wiſſenſchaft fremden, d. h. anderen als den wahren, Zwecken diente. Es vermiſcht ſich während einer ſolchen Zeit die Bearbeitung der Chemie mit der Entwicklung anderer geiſtigen Richtungen. Die geſchichtliche Verfolgung dieſer letzteren konnten wir in der allgemeinen Geſchichte nur für ſo lang berückſichtigen, als ſie für die Ausbildung der Chemie, für den Totalzuſtand dieſer Wiſſenſchaft, von beſonderem Einfluſſe ſind; wir mußten davon abſtehen, die Art, wie man dieſe fremden Zwecke zu realiſiren ſuchte, anders zu betrachten, als nur inſofern, wie dieſes Streben die ganze Chemie für eine beſtimmte Zeit charakteriſirt. Einleitung.

Wir können die hiſtoriſche Betrachtung, auf welche Art man einen ſolchen fremden Zweck außerhalb der Zeit, wo er zugleich die Chemie beherrſcht, zu erreichen ſuchte, in dieſem Werke übergehen, wenn jener Zweck noch immer einer beſonderen Wiſſenſchaft zur Aufgabe geſetzt iſt. Niemand wird z. B. hier eine Geſchichte der Medicin ſuchen, obgleich der Zweck der Medicin für ein beſtimmtes Zeitalter auch das Ziel iſt, welches ſich die Chemiker vorgeſetzt haben. — Wohl aber müſſen wir in dieſem Buche weiter ausführen, welche Schickſale das Streben nach ſolchen Zwecken hat, die, aus der Chemie hervortretend, dieſe Wiſſenſchaft einſt beherrſchten, und untergingen, als unerreichbar anerkannt wurden, nachdem ſich die Chemie von ihnen losgeſagt hatte. Die Richtung, welche durch Verfolgung eines ſolchen Zweckes beſtimmt wird, iſt immer noch eine Dependenz der Chemie, auch wenn ſie den Totalzuſtand dieſer Wiſſenſchaft nicht

Digitized by Google

Einleitung. mehr charakterisirt; sie kann zuletzt als Auswuchs der Chemie erscheinen, aber ihre specielle Geschichte darf nicht vernachlässigt werden, wenn die Chemie aller Zeiten im Ganzen wie im Einzelnen geschildert werden soll.

Das hier Gesagte findet vorzügliche Anwendung hinsichtlich der Frage, ob der speciellen Geschichte der Alchemie, der Geschichte der Bestrebungen, unedle Metalle in edle zu verwandeln, hier eine besondere Betrachtung einzuräumen sei. Die allgemeinen Begriffe der Alchemie habe ich bereits im I. Theile (Seite 40 ff.) besprochen, dort indeß nur so viel von diesen Ansichten und ihren Anhängern angeführt, als mit der Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie in näherem Zusammenhange steht. Hier will ich genauer auf dasjenige eingehen, was die Alchemie sonst noch Eigenthümliches hat; es ist dies zwar nicht Alles für die Chemie im Allgemeinen vom unmittelbarsten Einflusse gewesen, aber es schöpfte doch aus der Chemie die erste Veranlassung und blieb mit der Chemie in beständiger Wechselwirkung.

Während elf Jahrhunderten verschmilzt sich die Alchemie mit der wissenschaftlichen Chemie; aus dieser Periode, als dem Zeitalter der Alchemie, habe ich in dem I. Theile bereits Vieles erwähnt. Aber nachdem sich die Chemie einen andern Zweck gesetzt hat, als unedle Metalle in edle zu verwandeln, dauern doch die alchemistischen Richtungen noch fort; bis in den Anfang unseres Jahrhunderts, anderthalb Jahrtausende, dominirt die Alchemie die geistigen Kräfte Vieler. Sie verdient somit wohl eine nähere Beleuchtung, und diese wollen wir hier geben.

Die Eigenthümlichkeit der Alchemie, der Umstand, daß sie Begriffe behandelt und vertheidigt, die uns jetzt sehr fern liegende, oft unbegreifliche sind, macht es nöthig, hier mehr in Einzelnheiten einzugehen, als dies sonst für die historischen Darstellungen dieses Werkes vergönnt und nöthig ist [1]).

---

[1]) Dieselben Gründe veranlassen mich, fast immer die Sache mehr so hinzustellen, wie sie die Alchemisten auffaßten, als wie sie uns jetzt vorkommt. Es gilt dies namentlich für solche Fälle, wo von Metallverwandlung als einer vollkommen constatirten und ausgemachten Sache die Rede ist; der zuversichtliche Ton, in welchem von der Existenz eines Steins der Weisen gesprochen wird, giebt nicht meine Ansicht zu erkennen, sondern nur die Ueberzeugung einer früheren Zeit. Die Darstellung in anderer Weise zu versuchen, wo man jeden Satz mit: die Alchemisten waren überzeugt, daß — man glaubte fälschlich, daß — u. s. w. anfangen müßte, wäre ermüdend und ist unnöthig.

Digitized by Google

Nur durch die Angabe dieſer Einzelnheiten läßt ſich ein richtiger Begriff über das Weſen der Alchemie bilden. Einleitung.

Das Material, welches hierzu vorliegt, iſt ſo zahlreich und verſchiedenartig, daß zur Sichtung deſſelben die chronologiſche Ordnung, wenn ſie gleich für den Bearbeiter in anderer Hinſicht die bequemſte iſt, nicht gewählt werden darf. Um Gleichartiges möglichſt zuſammenzuſtellen (eine ſtrenge Durchführung dieſes Princips iſt indeß auch nicht möglich), will ich zuerſt den Urſprung und die Verbreitung der Alchemie, dann ihre hauptſächlichſten Lehren, namentlich über den Stein der Weiſen, die Stellung und Verhältniſſe der Alchemiſten, ihre Anſichten über die Darſtellung des Steins der Weiſen und endlich den Verfall des Glaubens an Alchemie in beſonderen Abſchnitten ausführlicher erörtern.

Digitized by Google

I. Urſprung der Alchemie und Verbreitung derſelben bis zu 1700.

Urſprung der Alchemie.

Die Anſicht, daß man aus Körpern, welche kein Gold oder Silber enthalten, durch Kunſt dieſe Metalle hervorbringen könne, findet ſich hiſtoriſch nachweisbar zuerſt in dem 4. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung erwähnt, und dient da ſchon experimentellen Bemühungen zur Grundlage. Ob ſie in dieſer Zeit zuerſt aufgeſtellt worden iſt, oder ob ſie da nur bekannter wurde und zu vervielfältigtem Beſtreben nach Verwirklichung Anlaß gab, ſteht dahin.

Wir müſſen von der hiſtoriſchen Kenntniß des Urſprungs der Alchemie, hinſichtlich welcher ich ſo eben mittheilte, wie weit ſie ſich zurück verfolgen läßt, die mythiſchen Angaben über die Entſtehung derſelben trennen. Wir wiſſen mit Beſtimmtheit nur, daß von dem 4. Jahrhundert an man ſich damit abgegeben hat, unedle Metalle in Gold und Silber verwandeln zu wollen, aber Alle, welche dieſer Richtung anhängen, ſtimmen ſchon von jenem Zeitpunkte an darin überein, den Urſprung ihrer Kunſt in eine weit entfernte Zeit zurückzuverlegen. So unſicher und fabelhaft auch ihre Angaben ſind, müſſen wir ihrer doch hier gedenken, da ſie zugleich dazu beitragen, über den geiſtigen Zuſtand der Anhänger der Alchemie überhaupt ein Urtheil zu geſtatten.

Fabelhafter Urſprung der Alchemie.

Die älteſten Alchemiſten rücken das Datum des Urſprungs ihrer Kunſt weit vor die Grenze aller hiſtoriſchen Kenntniß hinaus, und zählen ſie zu den Geheimniſſen, die nur durch übernatürliche Mittheilung den Menſchen bekannt werden konnten. So z. B. der ſpäter noch zu erwähnende Zoſimus, der um 400 lebte und in einem nur in Handſchriften exiſtirenden Werke *περὶ τῆς ἱερᾶς καὶ θείας τέχνης τοῦ χρύσου καὶ ἀργυρίου ποιήσιος* ſich dahin ausſpricht, daß himmliſche Weſen, von Liebe zu irdi-

Digitized by Google

ſchen Frauen entbrannt, dieſen alle ihre Geheimniſſe mitgetheilt hätten, worunter auch die Kunſt, Gold und Silber künſtlich darzuſtellen, was als Chemie bezeichnet worden ſei; eine Sage, welche wahrſcheinlich aus der Verdrehung einer Stelle des alten Teſtaments (6. Kapitel des 1. Buches Moſes) hervorging. Fabelhafter Urſprung der Alchemie.

Bald indeß ſehen wir andere Anſichten über die Entſtehung der Alchemie angenommen, und das Land des Urſprungs der Metallverwandlung wie den Namen des Entdeckers näher angegeben. Die meiſten Alchemiſten vereinigten ſich dahin, aus Aegypten den Urſprung ihrer Kunſt herzuleiten, und als ihren erſten Vorgänger erkennen ſie einſtimmig einen Hermes Trismegiſtos an. Wie dieſer Name in die Mythologie verwebt iſt, dürfte es ſchwer ſein, irgend eine haltbare Anſicht über die Exiſtenz dieſes Hermes aufzuſtellen, und auch die Alchemiſten ſelbſt geben zu, daß ihrem Stammherrn der griechiſche Name erſt ſpäter zugelegt worden ſein dürfte. Von Hermes, in einer Beziehung, die auf eine mit Chemie beſchäftigte Perſon ſchließen laſſen dürfte, ſpricht keiner der Alten. Der Neuplatoniker Jamblichos, um 280 n. Chr., kennt zuerſt eine Perſönlichkeit dieſes Namens. In ſeiner Schrift über die Myſterien Aegyptens ſagt er, nach Seleucus habe Hermes Trismegiſtos zwanzigtauſend Bände über die allgemeinen Principien geſchrieben; nach Manethon aber habe er ſechsunddreißigtauſendfünfhundertfünfundzwanzig Bände über alle Wiſſenſchaften verfaßt. Von 400 n. Chr. wird nun der Name in allen alchemiſtiſchen Schriften erwähnt. Tertullian im 2. Jahrhundert ſchon nennt in ähnlicher Beziehung den lateiniſchen Namen; ihm iſt Mercurius ille trismegistus magister omnium physicorum. Wer war nun der Mann, welchen die ſpäteren Griechen als Hermes und die ſpäteren Lateiner als Mercurius bezeichneten? Hermes Trismegiſtus.

Die Antworten hierauf ſind ſo verſchiedenartig, als die Unbeſtimmtheit der Sache es immer nur vermuthen läßt, und gerade ſo ungenügend, wie dies immer da der Fall iſt, wo ein abſtracter Begriff, wie hier der Erfindungsgeiſt im Allgemeinen, ſpäter im perſönlichen Sinne genommen ward, und einzelne Perſönlichkeiten, in welchen jener Begriff beſonders hervortrat, damit identificirt wurden. Daß Hermes in Aegypten gelebt habe, ſuchte man durch mannichfache Angaben zu unterſtützen. Zu den Myſterien der Prieſter dieſes Landes ſollte die Ausübung der Scheidekunſt mit gehört haben, wofür Stellen aus dem Diodor namentlich angeführt werden, nach welchem

Digitized by Google

Hermes Trismegistus.

die Aegypter das Feuer verehrt, in ihm das Princip der Erzeugung und Vollendung aller Dinge anerkannt, und namentlich die Einwirkung desselben auf Metalle gekannt haben sollen; ebenso die Angabe Plutarch's (um 100 n. Chr.), daß Aegypten früher Chemia genannt worden sei, wie denn später umgekehrt die Chemie oder vielmehr Alchemie oft als ägyptische Kunst bezeichnet wurde. — Die Identität des sogenannten Hermes Trismegistus mit irgend einem anderen Aegypter, der bei alten Schriftstellern genannt wird, aufzufinden, war ein ebenso oft versuchtes als stets bestrittenes und vergebliches Unternehmen. Einige wollen darunter einen König Thot oder Theuth verstanden wissen, dessen Zeit um 2700 v. Chr. gesetzt wird. Der letztere Name kommt bei Plato einigemal vor, als der des Erfinders mannichfacher Wissenschaften und Künste, wie Arithmetik, Astronomie und Würfelspiel; auch berichtet Plato, daß die Aegypter diesem Theut die erste Unterscheidung der Vocale von den Consonanten zuschrieben. Aber nirgends findet sich eine Andeutung auf Beschäftigung, welche mit der Chemie im Zusammenhange stände. — Noch weniger Grund ist indeß, unter Hermes einen ägyptischen König Siphoas, 1900 v. Chr., verstehen zu wollen, oder Moses, oder wen sonst unter den in Aegypten Lebenden noch das Schicksal traf, jenes Persönlichkeit auf seine Rechnung nehmen zu sollen. — Andere gingen ganz von der Annahme ab, den Hermes in Aegypten aufzusuchen; man stellte die Vermuthung auf, der Hermes der Alchemisten möge wohl Adam sein, welche Annahme das für sich hat, daß dann ein älterer Alchemist nicht mehr aufgefunden werden kann; Andere glaubten, Chanaan oder Cham sei darunter verstanden, und stützten sich auf die Aehnlichkeit dieser Namen mit dem Worte Chemie und der alten Bezeichnung Aegyptens Chemia. Wenige nur glaubten das hohe Alterthum der Alchemie aufopfern, und in Hermes eine Person ähnlichen Namens aus verhältnißmäßig neuerer Zeit erblicken zu dürfen; Galen, um 100 n. Chr., berichtet nämlich von einem ägyptischen Priester Hermon als dem Entdecker mancher Methoden, Arzneien zu bereiten. Das paßt eher auf einen Anhänger der Alchemie; aber auch von diesem Priester Hermon weiß man nichts Genaueres, und wenn auch sein Name leicht in Hermes übergehen konnte und die Schriften, welche Clemens Alexandrinus (ein geborner Aegypter und etwa 100 Jahre nach Galen lebend) als hermetische anführt, ihm wahrscheinlich angehören, so wissen wir doch von seinem Antheil an der Alchemie soviel wie nichts, da zudem

Digitized by Google

die Inhaltsangabe des Clemens über jenes Schriften keinen Anhalts- punkt für eine derartige Beziehung bietet. Hermes Trismegistus.

Ich mußte bei dieſem Hermes etwas länger verweilen, da die Anſichten über ihn zu den weſentlicheren der Alchemie gehören, die auch von ihm noch die Bezeichnung der hermetiſchen Kunſt trug; wie denn an ſeinen Namen auch jetzt noch einige Kunſtausdrücke, z. B. hermetiſcher Verſchluß und ähnliche, erinnern. Ein genügendes Reſultat iſt bei dieſer Unterſuchung nicht zu erlangen; die Nachrichten über den Alchemiſten Hermes ſind um ſo dürftiger, je weiter wir zurückgehen; um ſo mehr nachweisbar falſch, je ſpätere Alchemiſten wir befragen. Von dem 4. Jahrhundert an kennen wir den Namen in Beziehung zur Alchemie; im 11. theilt uns Hortulanus, einer der bedeutendſten damaligen Alchemiſten, eine kurze Schrift als von Hermes herrührend ſammt eigenem Commentare mit, aber ohne Angabe, wie ihm dieſe Schrift zugekommen ſei, die unter dem Namen der tabula smaragdina große Berühmtheit erhielt; im 13. Jahrhundert erfahren wir aus einem dem Albertus Magnus zugeſchriebenen Werke, daß Alexander der Große auf einem Zuge nach Aegypten des Hermes Grab entdeckt und eröffnet habe, und daß in dieſem die tabula smaragdina gefunden worden ſei. Im 17. Jahrhundert wurde gar ein phöniciſcher Urtext zu dieſer Schrift fabricirt. So häuft ſich dem, was wir eigentlich wiſſen, im Laufe der Zeit ſtets Mährchenhaftes zu, und wirft Unſicherheit auch auf die Angaben der früheren Autoritäten.

Von den angeblichen Schriften des Hermes intereſſirt uns hier nur die tabula smaragdina, weil ſie bei den Alchemiſten vom 11. Jahrhundert an im größten Anſehen ſteht. Hortulanus theilt ſie zuerſt in lateiniſcher Ueberſetzung mit; ihr Inhalt iſt: Tabula smaragdina.

Verum est sine mendacio, certum et verissimum: Quod est inferius est sicut id quod est superius. Et quod est superius est sicut id quod est inferius, ad perpetranda miracula rei unius.

Et sicut res omnes fuerunt ab uno, meditatione unius: sic omnes res natae fuerunt ab hac una re, adoptione.

Pater ejus est Sol, mater ejus est Luna. Portavit illud ventus in ventre suo. Nutrix ejus terra est. Pater omnis telesmi totius mundi est hic. Virtus ejus integra est, si versa fuerit in terram.

Separabis terram ab igne, subtile a spisso, suaviter, magno cum ingenio. Ascendit a terra in coelum, iterumque descendit in terram, et recipit vim superiorum et inferiorum.

Digitized by Google

Tabula smaragdina.

Sic habebis gloriam totius mundi. Ideo fugiet a te omnis obscuritas.

Haec est totius fortitudinis fortitudo fortis, quia vincet omnem rem subtilem, omnemque solidam penetrabit.

Sic mundus creatus est.

Hinc erunt adaptationes mirabiles, quarum modus est hic.

Itaque vocatus sum Hermes Trismegistus, habens tres partes Philosophiae totius mundi.

Completum est, quod dixi de operatione solis.

In welcher Sprache das Original geschrieben sein mag, wissen wir nicht. Einige Worte scheinen anzudeuten, daß diese lateinische Uebersetzung nach dem Griechischen gefertigt wurde. Wann die tabula smaragdina geschrieben wurde, wissen wir auch nicht; des Hortulanus Existenz im 11. Jahrhundert wurde von Einigen angefochten, und die ganze Schrift für ein Machwerk des 14. bis 15. Jahrhunderts, und somit alle früheren Commentare für untergeschoben, erklärt. Hiergegen indeß spricht Vieles. Aus des Raymund Lull (von welchem Hermes der Vater der Alchemisten genannt wird) anerkannt ächtem Codicill läßt sich deutlich nachweisen, daß diesem bereits jene lateinische Schrift wohlbekannt war; mehrere Sätze daraus führt Lull wörtlich an. Somit muß man wohl die tabula smaragdina für eins der älteren alchemistischen Denkmäler anerkennen, ohne daß man ihr ein so hohes Alter beizulegen braucht, wie dies in früherer Zeit geschehen ist.

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Schon aus dem Vorhergehenden kann man entnehmen, wie sehr die Alchemisten daran hingen, den Ursprung ihrer Kunst möglichst weit hinauszurücken; es leitete dies Bestreben sie überhaupt, wenn sie von den Alchemisten früherer Zeit sprachen. Wenig gehörte dazu, um in ihren Augen als Inhaber der Kunst der Metallverwandlung zu gelten, wenn nur die betreffenden Personen recht lange vor ihnen gelebt hatten; die leiseste Andeutung auf irgend eine metallurgische Kenntniß oder irgend eine Handlung, die etwas Chemisches an sich hatte, genügte, um Aufnahme in die Liste der Alchemisten zu veranlassen. So zählten die Alchemisten Tubalkain zu zu den ihrigen, weil die Schrift ihn einen Künstler in Erz und Eisen nennt; Moses mußte Alchemist sein, weil er in der Wüste bittres Wasser in süßes zu verwandeln und zudem das goldne Kalb in eine trinkbare Flüssigkeit umzuschaffen wußte; Hiob war Alchemist, weil einer seiner Freunde nach Luther's Uebersetzung zu ihm spricht: Du wirst für Erde Gold geben, und für die Felsen goldne Bäche. Cleopatra paradirt als einge-

Digitized by Google

weiht in die heilige Kunſt, weil ſie eine Perle zu löſen wußte, wie die Geſchichte erzählt. So ſcheinen auch die metallurgiſchen Kenntniſſe, die ſich der Evangeliſt St. Johannes möglicher Weiſe während ſeines Aufenthaltes in den Bergwerken zu Pathmos verſchaffen konnte, Anlaß gegeben zu haben, ihn für einen Alchemiſten zu halten. Wenigſtens enthält die (im 12. Jahrhundert von Adam von St. Victor gedichtete) Hymne Gratulemur ad festivum, welche nach dem römiſchen Brevier am 27. December dem Heiligen zu Ehren geſungen wurde, auch die Lobpreiſung:

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Inexhaustum fert thesaurum
Qui de virgis fecit aurum
Gemmas de lapidibus;

was auch noch am Ende des 17. Jahrhunderts gläubig angenommen wurde, wie denn Becher den Johannes als alchemiſtiſche Autorität citirt, mit dem Bemerken, das Holz, aus welchem dieſer Gold gemacht habe, möge wohl Tamariskenholz geweſen ſein, da nach der Verſicherung glaubwürdiger Perſonen die Erde in der Nähe von Tamariskenſtauden faſt immer Gold enthalte.

Wir finden dieſes Streben, den Urſprung der Alchemie möglichſt weit hinauszurücken, wieder in der Beilegung neuerer Schriften an gleichnamige Perſonen aus viel älterer Zeit. Ich meine hier nicht die Unterſchiebung von Schriften, ſondern die oft abſichtsloſe Verwechslung von Schriftſtellern aus verſchiedenen Zeitaltern. Mit der beſten Ueberzeugung ſchrieb man die alchemiſtiſchen φυσικὰ καὶ μυστικὰ eines gewiſſen Democrits, welche ſicher nicht vor dem 3. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung geſchrieben ſind, allgemein dem Democrit von Abdera zu und verlegte ſo ihre Abfaſſung in das 5. Jahrhundert vor Chriſtus; die Schriften eines gewiſſen Ariſtoteles, die, wie aus einigen von ihnen ſelbſt deutlich erhellt, im 11. Jahrhundert n. Chr. geſchrieben ſind, galten vielen als Reliquien des Stagiriten; ebenſo kommt Plato in die Reihe der Alchemiſten. Von einem Oſthanes hat man einen Brief über die Alchemie, an Petaſios gerichtet, einen armeniſchen König. An denſelben hatte auch Olympiodoros, von Theben in Aegypten, der in der erſten Hälfte des 5. Jahrhunderts zu Alexandria lebte, ein Sendſchreiben gleichen Inhalts gerichtet, welches uns noch erhalten iſt. Jener Oſthanes iſt ſomit ſeiner Zeit nach ziemlich beſtimmt, aber doch wurde die obige Schrift von den Alchemiſten gewöhnlich einem älteren Oſthanes beigelegt, da Plinius eines Magiers

Digitized by Google

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

dieses Namens, der im Gefolge des Xerxes, und eines gleichnamigen späteren, der unter Alexander dem Großen gelebt habe, erwähnt. Die Werke einer gewissen Maria, welcher Name in alchemistischer Beziehung von ihrer Zeit nach bekannten Schriftstellern zuerst bei Georgios Syncellos um 800 eine Erwähnung findet, wurden Moses' Schwester Mirjam beigelegt, und fanden unter dem Titel: Excerpta ex interlocutione Mariae prophetissae, sororis Moysis et Aaronis, habita cum aliquo philosopho dicto Aros, de excellentissimo opere trium horarum, willige Käufer, die sich indeß doch gewundert haben müssen, Moses' Schwester über die Philosophie der Stoiker aburtheilen zu hören.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Solche Angaben über alchemistische Bemühungen vor dem Anfange unserer Zeitrechnung und in den ersten Jahrhunderten derselben werden von jeder genaueren Untersuchung als unzulässig zurückgewiesen; geschweige denn, daß man annehmen dürfte, zu dieser Zeit sei die Kunst der Metallverwandlung wirklich ausgeübt worden. Was die Nachrichten angeht, welche über derartige Bestrebungen bei den Chinesen schon in weit entfernter Zeit sprechen, so ist darauf wenig Gewicht zu legen, sofern Nichts von den Abendländern getrieben wurde, was nicht die früheren Forscher über die Chinesen bei diesen als etwas lange Bekanntes auffanden. So berichten frühere Missionäre, welchen in China selbst die dortigen geschichtlichen Denkmäler zur Benutzung vorlagen, daß bereits 633 v. Chr. dort ein Alchemist Li-Lio-Kim existirt habe; ein anderer will für die Zeit 2500 v. Chr. einen gewissen Hiang-Ti Alchemie treiben lassen u. s. w. — Aus welcher Zeit einige chinesische Schriften, welche alchemistischen Inhalts sind, stammen, ist nicht ausgemacht. Jedenfalls übte das, was die Chinesen wußten oder wollten, keinen Einfluß auf Förderung oder Verbreitung der Alchemie aus. — Für bekanntere Länder läßt es sich mit Bestimmtheit nachweisen, daß um die Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung dort in der Alchemie noch gar nicht, viel weniger mit Erfolg, gearbeitet wurde. Kein Schriftsteller jener Zeit gedenkt eines solchen Strebens, und die Stellen, welche hierfür zu sprechen scheinen, sind mißverstanden. Hätten die Aegypter die Kunst der Goldfabrikation schon früh gekannt, so hätten sie nicht von Staatswegen arme Bergwerke mit solcher Mühe bebaut, wie uns dies Diodor auf die Autorität des Agarthides von Knidos schildert, und diese Schlußfolgerung wird nicht durch die Erzählung des viel neueren Suidas (aus dem 11. Jahrhundert) aufgehoben, der in seinem Lexicon unter dem Artikel

Digitized by Google

χημεία angiebt, Diocletian habe bei ſeiner Eroberung des empörten Aegyptens (296 n. Chr.) die von den Vorfahren der Rebellen geſchriebenen Bücher über die Chemie, d. h. über die künſtliche Darſtellung des Goldes und Silbers, aufſuchen und verbrennen laſſen, um den Einwohnern die Mittel zu einem nochmaligen Aufſtande zu entreißen; wenn gleich Viele aus dieſer Stelle einen Beweis für das höhere Alter der Alchemie entnehmen zu können glaubten. — Bei den Griechen findet ſich ebenfalls vor dem 4. Jahrhundert kein haltbarer Beweis für die Exiſtenz alchemiſtiſcher Richtung. Plinius erzählt zwar, Kallias habe zu Athen aus Silber durch Zinnober Gold machen wollen, allein dieſe Stelle ſteht ganz vereinzelt als Beweis da, und die Sache ſelbſt verhielt ſich anders, wie uns Theophraſt, der dem Plinius um drei Jahrhunderte vorherging und ſein Gewährsmann iſt, berichtet. Nach dieſem vermuthete ein gewiſſer Kallias, der bei den Silberbergwerken angeſtellt war, im zinnoberführenden Sande Gold, ſeines Glanzes halber, und bei den Verſuchen dies zu erhalten, erhielt er durch Schlämmen den ſchönen Farbeſtoff. Suidas erzählt zwar auch wieder unter dem Artikel δέρας, das goldne Vließ ſei ein Fell geweſen, worauf das Geheimniß der Goldmacherei niedergeſchrieben geweſen ſei, und der Argonautenzug habe nur die Erbeutung dieſer alchemiſtiſchen Schrift zur Abſicht gehabt; aber dies Zeugniß wiegt offenbar nichts. — Was von der Alchemie der Römer gefabelt wurde, hielt ebenſo wenig Stich; Caligula war kein Alchemiſt, weil Plinius von ihm erzählt, die Goldbegier habe ihn verleitet, große Maſſen Auripigment ausſchmelzen zu laſſen, wobei man Gold, aber zu wenig, als daß es die Koſten gedeckt hätte, erlangt habe, ſondern es war dies nur ein metallurgiſcher Verſuch; und was Unverſtändige aus den Redensarten aurum facere, aurum conficere u. a. haben ſchließen wollen, beweiſt ebenſowenig die Exiſtenz alchemiſtiſcher Beſtrebungen bei den Römern.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Zuerſt finden ſich dieſe erwähnt bei den ſpäteren Griechen, und die erſten unverwerflichen Zeugniſſe dafür datiren aus dem 4. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung. Gleichzeitig mit der Sache wird da der Name genannt, ohne daß angezeigt wird, ob die erſtere früher exiſtirt habe, als der letztere. Dürftig nur iſt die erſte Nachricht, die wir darüber haben; den Namen der Sache nennt Julius Maternus Firmicus (um 340) in der oben (Seite 4) angeführten Stelle. — Nicht des Namens, wohl aber der Sache gedenkt The-

Hiſtoriſch nachweisbarer Urſprung der Alchemie.

Digitized by Google

Historisch nachweisbarer Ursprung der Alchemie.

mistios Euphrades, ein griechischer Redner, der um 360 lebte, und von der Verwandlung des Kupfers in Silber und des Silbers in Gold als bekannten Dingen spricht. Inwiefern zu jener Zeit indeß manchmal noch Vergoldung und Versilberung mit Umwandlung in edle Metalle verwechselt worden sein mag, ist nicht mehr zu entscheiden; wahrscheinlich ist es, daß die Hervorbringung von gold- und silberfarbigen Metallgemischen den ersten Anlaß dazu bot, an eine künstliche Darstellung der edlen Metalle zu glauben, und daß dann die eigentliche Alchemie entstand in dem Bestreben, nicht allein die Farbe, sondern auch die anderen Eigenschaften der edlen Metalle jenen Kunstproducten zu eigen zu machen.

Ich habe eben die ersten Schriftsteller angeführt, bei welchen sich die Alchemie dem Namen und der Sache nach erwähnt findet; die genannten sind indeß nicht selbst Alchemisten; auch sprechen sie von dieser Kunst nur im Vorbeigehen. Eigentliche alchemistische Schriftsteller sind uns von dem Ende des 4. Jahrhunderts an bekannt, und die ersten umschlingt alle ein gemeinsames Band; sie stehen nämlich sämmtlich mit der Hochschule zu Alexandria, dem letzten Zufluchtsorte der ägyptischen geheimen Wissenschaften, in Verbindung. Ich habe bereits im I Theile (S. 41) bei der Einleitung zu dem Zeitalter der Alchemie besprochen, inwiefern man Ursache hat, Aegypten nicht bloß als den Hauptsitz der Alchemie zu dieser Zeit, sondern auch als den Ursprungsort derselben anzusehen; sicher ist, daß in Alexandrien von 400 bis zur Zerstörung der dortigen Akademie (642) Alchemie eifrig betrieben wurde.

Der angebliche Democrit.

Das älteste alchemistische Werk, dessen wir hier zu erwähnen haben, ist der Zeit seiner Abfassung nach nicht genau bestimmt; es sind dies die schon erwähnten φυσικὰ καὶ μυστικὰ eines angeblichen Democrit's. Von diesem Buche ist dem größeren Publikum nur eine lateinische Uebersetzung (aus dem 16. Jahrhundert) bekannt geworden, nach welcher denn auch eine deutsche ausgearbeitet wurde; der griechische Text selbst, von welchem die Pariser, die Leidner und die Wiener Bibliothek Handschriften bewahren, ist noch nicht edirt. Die φυσικὰ καὶ μυστικὰ sind seit 400 etwa bekannt; die Alexandrinischen Gelehrten jener Zeit erwähnen ihrer, und einer derselben, der sogleich zu besprechende Synesius, verfaßte damals schon einen Commentar über dieselben. Schon zu jener Zeit wußte man nichts Genaueres über den eigentlichen Verfasser dieser Schrift, wie daraus hervorgeht, daß man sie für ein Werk des Democrit's von Abdera hielt, eine Annahme, welcher wichtige Gegengründe entgegenstehen. Weder findet sich

Digitized by Google

eine dieſem Buche entſprechende Angabe in den Mittheilungen, welche uns Diogenes Laertios um 200 n. Chr. über die Schriften des Abderiten gemacht hat, noch endlich ſtimmt, nach Salmaſius' Zeugniß, die Sprache darin zu der Annahme eines ſo frühen Urſprungs. Wir können hiernach die Abfaſſung der φυσικὰ καὶ μυστικὰ nicht vor das dritte Jahrhundert ſetzen. Das Werk übrigens, ſo weit es uns bekannt iſt, verdient Beachtung hauptſächlich als erſtes ausführliches Document der Alchemie; ſein Inhalt iſt unverſtändlich, da die Terminologie der Begriffe wie die Nomenclatur der zu den verſchiedenen Proceſſen verwandten Subſtanzen eine uns ganz fremdartige, meiſt nicht zu enträthſelnde iſt.

Der Commentator dieſes Pſeudodemocrits, Syneſius, iſt der erſte alchemiſtiſche Schriftſteller, über deſſen perſönliche Verhältniſſe wir ſichrere Nachrichten haben. Er lebte um 400, ſtudirte zu Alexandria, nahm das Chriſtenthum an und wurde 410 Biſchof zu Ptolemais. Sein Commentar hat für die Geſchichte der Chemie hauptſächlich deßhalb Intereſſe, weil ſich darin zuerſt der Proceß der Deſtillation genau beſchrieben findet. Sonſt iſt auch dieſe Schrift uns nicht verſtändlich, da ſeine Nomenclatur zwar die des Pſeudodemocrits iſt (was auch dafür zu ſprechen ſcheint, daß er von dieſem nur durch einen kurzen Zeitraum getrennt iſt), aber für uns keine Verſtändlichkeit hat. Syneſius.

An Syneſius ſchließt ſich eine Reihe von Alchemiſten an, deren Schriften meiſt noch nicht edirt ſind, und über welche deßhalb jedes Urtheil erſchwert iſt. Ich nenne zunächſt hier nur Zoſimus, der von ſeinem Geburtsorte Chammis oder Panopolis in der ägyptiſchen Thebais gewöhnlich den Beinamen des Panopoliten oder des Alten von Panopolis trägt; in welcher Zeit er gelebt habe, iſt nicht mit genügender Gewißheit ermittelt; mit vieler Wahrſcheinlichkeit läßt ſich die erſte Hälfte des 5. Jahrhunderts dafür annehmen, Andere jedoch wollen ihn in das Ende des 3. oder den Anfang des 4. Jahrhunderts ſetzen, was irrig zu ſein ſcheint, da er, einer der berühmteſten Alchemiſten, von Syneſius noch nicht gekannt und erwähnt iſt. Man hat von ihm Schriften περὶ ὀργάνων καὶ καμίνων (über chemiſche Geräthſchaften und Oefen), περὶ τῆς ἁγίας τέχνης, περὶ τῆς χημείας u. a. — Um dieſe Zeit wird der Metallverwandlung auch ſchon oft von anderen Schriftſtellern erwähnt, welche nicht ſelbſt Alchemiſten ſind. So ſagt z. B. der Neuplatoniker Aeneas Gazäos, welcher um 490 lebte, in ſeinem Werke: Theophrastus de immortalitate animae, von Zoſimus.

Digitized by Google

Zosimus. welchem uns eine lateinische Uebersetzung aufbehalten ist: Qui materiae habent peritiam, argentum et stannum capiunt, ac, priore specie abolita, in aurum pulcherrimum conficiunt. — Es zeigt dies, wie der Begriff der Transmutation immer bekannter wurde.

Aus dem 6. Jahrhundert sind uns gleichfalls mehrere Namen von Alchemisten zugekommen. Nach dem, was von ihren Schriften bekannt geworden ist, sind sie mehr Abschreiber und Commentatoren des Zosimus, Synesius und anderer früherer, als selbstständige Forscher. Aus dem Anfange des 7. ist Stephanos Alexandrinos zu nennen, der um 615 zu Alexandrien lebte und *περὶ χρυσοποιΐας πράξεις ἔννεα* (neun Ausführungen von der Goldbereitung) schrieb.

Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert.

Um die Mitte des 7. Jahrhunderts tritt für die Alchemie ein Wendepunkt ein, da ein anderes Volk zu dieser Zeit damit bekannt wird, welches sich dann durch alchemistische Bestrebungen in hohem Grade auszeichnet. Blicken wir zurück, was bis dahin die Alchemie eigentlich umfaßt, so können wir aus den dunklen Angaben der bisherigen Schriftsteller, die ihre Ansichten oft in die Form von Träumen und Visionen einkleiden, Folgendes entnehmen. Sie halten es für möglich, daß unedle Metalle in edle verwandelt werden können; in der Schrift des Pseudodemocrit's wird von einem Pulver gesprochen, was auf Silber geworfen dieses in Gold verwandele, und von einem andern, welches Kupfer in Silber umändere, und Zosimus spricht davon, wie schön es sei, die Verwandlung der Metalle in einander zu kennen, wie sich nämlich Blei, Kupfer, Zinn und Silber in vollkommnes Gold verwandeln. (*Κάλλιστον δέ ἔστιν εἰδέναι τῶν τεσσάρων μετάλλων τὰς μεταβολὰς, ἤγουν τοῦ μολύβδου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ κασσιτέρου, τοῦ ἀργύρου, ἵνα γένωνται τέλειος χρύσος.*) Ueber die Art, die Verwandlung zu bewerkstelligen, sind sie fast unverständlich; was sich hin und wieder deutlicher angegeben findet, werde ich weiter unten anzuführen bessere Gelegenheit haben; im Allgemeinen lassen sie mehr errathen, als sie sich darüber aussprechen, daß sie die Metallverwandlung selbst ausüben konnten. — Uebrigens scheint bei ihnen noch die Metallverwandlung hauptsächlich in einer Umänderung der Farbe bestanden zu haben; Galmei (der das Kupfer gelb) und Arsenik (der es weiß färbt) werden oft als Mittel erwähnt, die Transmutation zu bewerkstelligen; bei Pelagius, einem Alchemisten, welcher wahrscheinlich kurz nach Zosimus gelebt hat, heißt die Alchemie auch *ἡ βαφικὴ τέχνη* (die Färbekunst); wie denn überhaupt *ἡ βαφή* nicht bloß das Färben, sondern auch

Digitized by Google

die Veränderung eines Metalls, namentlich die Umwandlung des weichen Stahls in harten, bedeutete. Auf der Ansicht, daß Metallverwandlung hauptsächlich in Färbung bestehe, und daß das Färben der Metalle ähnlich wie das anderer Stoffe bewerkstelligt werden könne, scheint auch Synesius' Rath zu beruhen, das Innere des Metalls wiederholt herauszukehren, und sich nicht mit oberflächlicher Färbung zu begnügen. — Von dieser Ansicht stammt übrigens auch der eine Name her, welchen dann das Mittel, die unedlen Metalle in edle zu verwandeln (der Stein der Weisen) stets behielt: Tinctur. — Ueberhaupt bildet die Wahrnehmung, daß gewisse Stoffe die Farbe eines Metalls umändern, die Grundlage des ganzen Glaubens an Alchemie; aus der Analogie schloß man, wie man Kupfer goldgelb und silberweiß färben könne, so auch andere Metalle; wie man die Farbe verwandeln könne, so auch die übrigen Eigenschaften. In dieser Art entwickelte sich höchst wahrscheinlich der Begriff einer vollständigen Metallverwandlung.

Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert.

Mit der Eroberung Aegyptens durch die Araber (640) beginnt ein neuer Abschnitt für die Alchemie. So wenig auch dies Volk bei seinem ersten Auftreten zu wissenschaftlicher Thätigkeit geneigt war, so entwickelte sich doch bald bei ihm Interesse für die Forschungen, welche in den unterjochten Ländern bisher betrieben worden waren. Mathematik, Astronomie und Alchemie waren hauptsächlich die Wissenschaften, welche die Araber sich aneigneten und beim Fortschreiten ihrer Eroberungen auf andere Länder übertrugen.

Verbreitung der Alchemie zu den Arabern.

Die bedeutenderen Alchemisten der Araber habe ich bereits in dem I. Theile S. 51 — 58 besprochen, und verweise dahin. Dort finden sich ihre Ansichten mitgetheilt, und was einige Specialitäten noch angeht, so werde ich diese in dem Folgenden gehörigen Orts anführen. Hier haben wir hauptsächlich festzuhalten, daß bei den Arabern Verwandlung eines Metalls nur hinsichtlich der Farbe für ungenügend und trügerisch angesehen wird; vollkommene Verwandlung eines Metalls in das andere, nach allen Eigenschaften, wird verlangt und für möglich gehalten. Diese Verwandlung erscheint aber mehr nur als wissenschaftliches Problem, dessen Lösung sich die arabischen Alchemisten zu nähern versuchen; bei den bedeutenderen wenigstens wird nie die Metallverwandlung als durch eigene Erfahrung erkannt beschrieben.

Bis zum 9. Jahrhundert sind die Griechen, besonders aber die Alexandriner und die Araber, die einzigen Nationen, bei welchen wir Alchemie finden,

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

Digitized by Google

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

denn auch bei den ersteren dauerte diese Richtung noch nach der Zeit fort, wo sie den Arabern mitgetheilt worden war. Die Araber ihrerseits machten wieder andere Nationen damit bekannt. Die erste wahrscheinliche Angabe über Alchemie unter den Abendländern führt in das 9. Jahrhundert. Zwar wird uns schon aus dem 6. Jahrhundert der bekannte Merlin in England als Alchemist angeführt, aber die Zeugnisse für diese Kunst des geschickten Zauberers lassen sich nicht weiter zurück verfolgen, als bis in das 16. Jahrhundert, und die Männer, welche sie hier ablegen, scheinen es nur auf die Ueberzeugung hin zu thun, daß ein Zauberer auch nothwendig Gold machen können muß. — Glaubwürdiger erscheint die Angabe, daß Haimo, welcher als Bischof von Halberstadt 853 starb, ein Anhänger der Alchemie gewesen sei. Es war dieser von Geburt ein Angelsachse, ein Verwandter Beda's und Schüler Alcuin's, welchen letzteren er zur Vervollkommnung seiner Gelehrsamkeit nach Tours begleitete. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß sich zu seiner Zeit schon der Glaube an die Metallverwandlung aus Spanien nach Frankreich mitgetheilt hatte, und daß Haimo so zu Tours vielleicht in die Bestrebungen der Alchemisten eingeweiht worden sei. Sichere Entscheidung darüber ist nicht zu hoffen; alchemistische Schriften, die seinen Namen tragen, kommen in alten Klosterbibliotheken vor; nur wenige sind gedruckt. — Als ein anderer früherer Alchemist wird noch Hortulanus genannt, auch unter dem Namen Garlandus; er wird nach England in's 11. Jahrhundert gesetzt; von ihm her datirt sich die Kenntniß über die tabula smaragdina des Hermes.

Ueber solche einzelne Vorläufer der Alchemie im nordwestlichen Europa sind uns im Ganzen nur unsichere Nachrichten bekannt. Die byzantinischen Alchemisten scheinen nur geringen Einfluß auf diese Gegenden ausgeübt zu haben; denn obgleich in Griechenland die Alchemie immer noch blühte (wie denn z. B. der auch sonst bekannte Michael Psellus [geboren 1020, Lehrer des Kaisers Michael Ducas, gestorben 1110] eifriger Alchemist war und auch als Schriftsteller darin noch lange in einigem Ansehen stand), gewann sie bis zu 1200 etwa in Frankreich, Deutschland und England nur einzelne Anhänger. Die Kreuzzüge (von 1096 an) haben auf die Verbreitung der Alchemie keinen fördernden Einfluß gehabt. (Vergl. Bd. I. S. 59.) Zahlreicher wurden die Anhänger der Alchemie erst, als der wissenschaftliche Verkehr zwischen dem arabischen Spanien und den übrigen Ländern Europa's lebhafter wurde, als Wißbegierige aller Länder die arabischen Hochschulen

Digitized by Google

besuchten, und die dort gesammelten Kenntnisse in ihrem Vaterlande weiter ausbreiteten. So sehen wir im 13. Jahrhundert Alchemisten aus arabischer Schule in Spanien, Frankreich, Deutschland und England und gleichzeitig liefern uns diese Länder Männer, die zur Hebung der alchemistischen Richtung durch zuversichtlicheres Auftreten, als dies je vorher der Fall gewesen war, wesentlich beitragen. In Spanien erhob sich Raymundus Lullus, in Frankreich Arnold Villanovanus, in Deutschland Albertus Magnus, in England Roger Baco, sämmtlich um 1250 etwa ihre größte Wirksamkeit entfaltend. Das Nähere über sie ist uns schon aus dem I. Theile bekannt, und ich brauche hier nicht nochmals darauf einzugehen. Alle stimmen darin überein, die Metallveredlung nicht allein für möglich, sondern für ausgemacht zu erklären; sie angeblich aus eigener Anschauung zu beschreiben und mit der größten Zuversicht über die Bereitung des Mittels, Metallverwandlungen zu bewerkstelligen, zu sprechen; was sie nur für möglich halten konnten, beschreiben sie als Thatsache. Geheimnißvoll und unverständlich ist das Meiste, was sie vortragen; ihre specielleren Ansichten werde ich in dem Folgenden mehrfach Gelegenheit haben zu erwähnen.

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

In dem 14. Jahrhundert ist bereits die Alchemie über einen großen Theil der civilisirten Welt verbreitet. Zwar wurde die Kunst nicht mehr in Aegypten betrieben, und in Spanien minderte sich der Einfluß der Araber immer mehr und damit auch ihre wissenschaftliche Thätigkeit, aber an der Nordküste von Afrika, wo sie sich festhielten, arbeiteten sie noch am Ende des 15. Jahrhunderts eifrig an der Darstellung des Goldes aus unedlen Metallen (wie uns der gleichzeitige Leo Africanus berichtet), wenn auch keine Schriften von ihnen aus dieser Zeit bekannt geworden sind. — Die byzantinischen Griechen hörten erst mit der vollständigen Eroberung ihres Landes durch die Türken (1453) auf, als eifrige Alchemisten sich bekannt zu machen; aber auch später noch arbeiteten dort einzelne im Stillen unverdrossen fort. In Deutschland, England, Spanien, Frankreich und Italien erreichte das Streben, das Geheimniß der Alchemie zu ergründen, bald eine solche Höhe, daß schon 1317 eine päpstliche Bulle weiterer Ausbreitung durch Androhung schwerer Strafen ein Ziel zu setzen suchte. Wenig fruchtete diese indeß, und nur kurz war ihre Wirkung. Eine Menge Alchemisten traten in dem 14. Jahrhundert offenkundig auf, unter welchen die bereits im I. Theile erwähnten Nicolaus Flamel in Frankreich, Isaak und Johann Isaak Hollandus in den Niederlanden sich das größte Ansehen unter ihren Nachfolgern in der

Verbreitung der Alchemie in dem 14. Jahrhundert.

Digitized by Google

Verbreitung der Alchemie im 15. Jahrhundert.

Alchemie und theilweise angeblich großen Reichthum erworben haben. Aus dem 15. Jahrhundert wurden die gleichfalls schon genannten Georg Ripley und Thomas Norton in England, Graf Bernhard von Trevigo in Italien als Meister in der Alchemie besonders berühmt; und auch der sie an chemischen Kenntnissen sicher, an Geschicklichkeit in der Alchemie nach der Meinung der meisten Anhänger dieser Kunst ebenfalls übertreffende Basilius Valentinus ist uns schon genauer bekannt. Alle diese sprechen von der Umwandlung der unedlen Metalle in Gold und Silber als aus eigener Erfahrung. — Um die Mitte des 15. Jahrhunderts gewinnt die Alchemie noch mehr Land; ein polnischer Mönch, Vincenz Koffsky, der 1488 zu Danzig starb, ist der erste Alchemist sarmatischer Nation.

Zustand der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Im 16. Jahrhundert erhält die Chemie, welche bis dahin nur der Alchemie gedient hatte, eine neue Anwendung. Bis hierher waren alle Chemiker Alchemisten; jetzt kommt die Chemie mit der Medicin in näheren Zusammenhang, und die Chemie selbst in die Hände und Pflege der Aerzte. Paracelsus bewirkte diese Veränderung, indem er zuerst mit Keckheit die Medicin als angewandte Chemie betrachtete, vorschnell und großsprecherisch aus einzelnen Thatsachen allgemeine Behauptungen folgerte, und ein System andeutete, welches, in sich unhaltbar, doch einen folgereichen Einfluß auf den Gesammtzustand der Medicin und Chemie ausübte. Paracelsus selbst ist in Bezug auf Alchemie, wie fast immer, sich widersprechend, und ich habe seine hierher gehörigen Aeußerungen bereits (Thl. I. S. 97) angeführt. — Seine Nachfolger sind in ihren Behauptungen consequenter. Es tritt jetzt, wie wir dies schon in der allgemeinen Geschichte kennen gelernt haben, die Verschiedenheit von der früheren Zeit ein, daß die besten Chemiker nicht mehr Alchemisten von Profession sind, sondern daß Chemiker und Alchemisten sich mehr und mehr von einander absondern. Alle uns als die ausgezeichnetsten schon bekannt gewordenen Chemiker dieser Zeit, Libavius noch im 16., van Helmont und Sylvius de le Boë in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, wie alle anderen, erkennen noch die Möglichkeit der Metallverwandlung an, einige aus eigener Anschauung, andere aus theoretischen Gründen oder weil ihnen schon die historischen Beweise dafür genügen; aber keiner setzt sich die Realisirung zur höchsten Aufgabe, keiner sagt, daß er wisse, wie die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold oder Silber zu bewerkstelligen sei. Dafür schwärmen während dieser Zeit eine Menge eigent-

Digitized by Google

licher Alchemiſten umher, die, ohne Chemiker zu ſein, ſich als Beſitzer des Geheimniſſes rühmen. Von ihnen ſpäter.

Zuſtand der Alchemie im 17. Jahrhundert.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts tritt eine neue Epoche für die Chemie ein; Robert Boyle ſtellt ſie zuerſt als eine ſelbſtſtändige Wiſſenſchaft dar. In Bezug auf Alchemie ändert ſich hiermit wenig; Boyle ſelbſt ſcheint, ſo viel ſich aus ſeinen kargen Andeutungen entnehmen läßt, an die Möglichkeit der Metallverwandlung geglaubt zu haben; der bedeutendſte Chemiker, welchen wir für Deutſchland in jener Zeit kennen lernten, Kunkel, beſchäftigte ſich ſelbſt mit der Aufſuchung der Mittel, ſie zu bewerkſtelligen.

So ſind wir bis zum Jahre 1700 etwa gekommen. Ueber den ganzen Zeitraum von 700 bis dahin habe ich nur einen kurzen Ueberblick gegeben, theils weil wir vieles dahin Gehörige ſchon aus dem I. Theile kennen, theils weil uns die ſpeciellern Eigenthümlichkeiten gleich klarer noch vortreten werden. Halten wir zunächſt feſt, daß um 1700, ſo weit überhaupt die Civiliſation damals reicht, Alchemie betrieben wird, daß aber die eigentlichen Chemiker ſich mit ihr gar nicht oder nur wenig beſchäftigen, obgleich ſie das Princip, die Möglichkeit der Metallverwandlung, alle anerkennen. Die Alchemie iſt zu dieſer Zeit in ihren Begriffen zu einer ſolchen Conſolidation gelangt, daß es nunmehr zum deutlicheren Verſtändniß derſelben, und um zugleich über ihre Schickſale während der vorhergehenden Jahrhunderte zu berichten, beſſer erſcheint, die eigenthümlichen Anſichten einzeln zu betrachten, und dazu wollen wir übergehen.

Digitized by Google

II. Alchemiſtiſche Anſichten über den Stein der Weiſen.

Namen und Begriff der Alchemie.

Um 1700 iſt die Alchemie unter vielfachen Benennungen verbreitet. Aus den Benennungen ἅγια oder θεία τέχνη der Byzantiner (welche ſich ſeit Zoſimus oft gebraucht finden) iſt in alle Sprachen der Ausdruck die heilige Kunſt übergegangen. Die Benennung der Griechen indeß, χρυσοποιΐα, Goldmacherei (welche ſich ſeit Stephanus Alexandrinus um 615 findet), wurde in ſpäteren Zeiten, namentlich in Deutſchland, nur im mißbilligenden Sinne gebraucht. Von ihrem Urſprunge hieß die Alchemie oft noch die hermetiſche oder ägyptiſche Kunſt, von ihrer Methode, welche Trennen (σπάειν) und Vereinigen (ἀγείρειν) iſt, die ſpagiriſche Kunſt. Der Ausdruck Kunſt oder Werk der Sonne (ars solis in der lateiniſchen Ueberſetzung des Syneſius, operatio solis in der tabula smaragdina) veraltete bald. Der Griechen Bezeichnung Chemie hatten die Araber ihren Artikel angehängt, und die Bezeichnung Alchemie ſtand um 1700 ſchon im Gegenſatz zu dem Worte Chemie, erſtere die Kunſt Metalle zu veredeln bezeichnend, letztere die Kenntniß von der Zuſammenſetzung im Allgemeinen ausdrückend. — Ganz allgemein wird aber auch die Alchemie als Philoſophie bezeichnet.

Die ſich mit ihr beſchäftigen, hießen im Allgemeinen Alchemiſten, Philoſophen, Spagiriker; man unterſchied als Adepten (adipisci, erlangen) diejenigen, welche das Geheimniß der Metallveredlung wirklich zu erforſchen gewußt haben und im Beſitze deſſelben ſind.

Betrachten wir nun die Anſichten der Alchemiſten über die Metallveredlung genauer.

Digitized by Google

Nach ihnen giebt es eine Substanz, welche, mit schmelzenden unedlen Metallen in Berührung gebracht, diese augenblicklich in Gold verwandelt. Die Darstellung dieser Substanz ist Zweck und Aufgabe der Alchemie. Die Substanz selbst heißt der Stein der Weisen, eine Benennung, die seit dem 9. Jahrhundert mit einiger Wahrscheinlichkeit, seit dem 11ten mit Gewißheit dafür in Gebrauch ist. Sonst heißt sie auch das große Elixir (Elixir überhaupt ein durch Sieden [elixare] erhaltenes Product)[1], das große Magisterium (Meisterstück), die rothe Tinctur (weil sie die Farbe der unedlen Metalle in die des Goldes umändert, vergl. oben Seite 155). Die Medicin der dritten Ordnung nennt sie Geber im 8. Jahrhundert. Ansichten über den Stein der Weisen.

Diese Substanz kann nach Ansicht der Alchemisten in verschiedener Stärke bereitet werden. Die Wirkungsart des Steins der Weisen auf unedle Metalle ist eine dynamische; es wird weit mehr Gold erzeugt, als die zur Verwandlung angewandte Masse des Steins der Weisen beträgt. Je nach dem Grad der Augmentation, wie es die Alchemisten nennen, d. h. der Steigerung der eigenthümlichen Kraft, kann Ein Gewichtstheil des Steins zwei bis einige Billionen Gewichtstheile unedles Metall in Gold verwandeln. Ueber die Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit.

Die Alchemisten sind nicht ganz darüber einig, durch welche Wirkungen sich ein minderer Grad von Vollkommenheit des Steins der Weisen kund thut. Einige nehmen an, in seiner größten Vollkommenheit dargestellt verwandle dieser jedes unedle Metall in jedem Mengeverhältniß in Gold; in diesem Zustande wird der Stein der Weisen das Universal genannt; in minderer Vollkommenheit aber verwandle er nur Ein bestimmtes unedles Metall, und von diesem nur eine begrenzte Menge; im letzteren Falle heißt er ein Particular.

Andere aber versichern, auf niederer Stufe der Vollkommenheit verwandle der Stein der Weisen die unedlen Metalle nicht in Gold, sondern in Silber. Wenigstens ist der Grad der Vollkommenheit der einzige innere Un-

[1]) Diese Ableitung scheint mir ungezwungener, als die von einigen Anderen gegebene, wonach Elixir aus dem Arabischen el-Kesir, was soviel als Essenz bedeute, entstanden sei. Doch ist zu bemerken, daß Albertus Magnus im 13. Jahrhundert bereits sagt: Die Tinctur, welche im Arabischen Elixir genannt wird; aber es heißt dies vielleicht nur soviel, daß der Ausdruck Elixir bei (in's Lateinische übersetzten) arabischen Schriftstellern vorkommt.

Digitized by Google

Ueber die Wirkung des Steins der Weisen je nach dem Grade der Vollkommenheit.

terschied, welchen diese zwischen dem eben besprochenen Stein der Weisen und der andern Substanz anzugeben wissen, die sie als weiße Tinctur, kleines Elixir oder kleines Magisterium bezeichnen. Schon Synesius spricht von dieser zweifachen Verwandlungsart, in Gold nämlich oder in Silber; er bezeichnet diese Operationen als Werk der Sonne (des Goldes) und des Mondes (des Silbers), er nennt die erstere χάνθωσις (die Kunst gelb zu färben), die letztere λεύκωσις (die Kunst weiß zu färben). Spätere Alchemisten sprechen hauptsächlich von der Verwandlung in Gold; Geber im 8. Jahrhundert kennt nur Eine Medicin der dritten Ordnung, ob er gleich auch der Verwandlung in Silber, aber nur kurz, erwähnt. Er äußert sich darüber in der Summa perfectionis magisterii: Est autem hujus tertii ordinis medicina duplex, scilicet solaris et lunaris, et tamen essentia una. Im 13. Jahrhundert sagt Albertus Magnus in der Alchymia: Inveni esse possibilem transmutationem in Solem et Lunam. Roger Baco im Speculum alchymiae: Rubrum elixir citrinat in infinitum, ac omnia metalla transmutat in aurum. Album vero elixir dealbat. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus im 13. Jahrhundert, Paracelsus im 16., sprechen hauptsächlich von der Verwandlung in Gold. Transmutationsgeschichten in Silber kommen überhaupt sehr wenig vor.

Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen.

Wir wollen uns nun zur Betrachtung der Eigenschaften wenden, welche dem eigentlichen Stein der Weisen, dem goldmachenden, beigelegt wurden. Vor dem 13. Jahrhundert wird er sehr selten nur als aus eigener Anschauung beschrieben. Der angebliche Democrit spricht von einem rothen Pulver zur Darstellung des Goldes, von einem weißen zur Umwandlung in Silber. Geber im 8. Jahrhundert giebt an, die Medicin der dritten Ordnung sei vollkommen feuerbeständig, aber die Zulegung dieser Eigenschaft erscheint bei ihm doch mehr als theoretische Folgerung, denn als eigene Wahrnehmung. Zuversichtlicher beschreiben ihn die Alchemisten von 1200 an. Raymund Lull nennt ihn manchmal Carbunculus, mit welcher Andeutung seiner äußeren Eigenschaften spätere Beschreiber gut übereinstimmen. Paracelsus im 16. Jahrhundert beschreibt ihn als eine sehr fixe Substanz, in Masse sei er lebhaft roth wie Rubin und durchsichtig wie ein Krystall, er sei biegsam wie Harz und doch zerbrechlich wie Glas; gepulvert gleiche er dem Safran. Auch van Helmont im 17. Jahrhundert beschreibt ihn nach eigener Anschauung als ein schweres Pulver von Safranfarbe; schim-

Digitized by Google

mernd wie nicht ganz feingestoßenes Glas. Dies sind die bedeutendsten Gewährsmänner, welche über die äußeren Eigenschaften des Steins der Weisen Mittheilungen gemacht haben; Andere sprechen von einem pfirsichblüthfarbenen Pulver, noch Andere wollen wahrgenommen haben, daß sein Pulver grau aussehe. Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen.

Wie die silbermachende Substanz aussieht, darüber haben wir nur wenig Angaben, da ihrer überhaupt seltener erwähnt wird. Die sie gesehen haben wollen, versichern alle, daß sie ein weißes glänzendes Pulver sei.

Der Stein der Weisen nun hat die Eigenschaft, unedle Metalle in Gold zu verwandeln. Wie die Verwandlung geschieht, darüber äußern sich die älteren Alchemisten nicht. Die des 13. Jahrhunderts sind wieder die ersten, die hier genauere Anweisung geben. Man schmilzt das unedle Metall oder nimmt Quecksilber, und wirft dann den Stein der Weisen darauf; diese Operation heißt bei den Alchemisten die Projection. Im Augenblick derselben wird die ganze Masse unedlen Metalls in Gold verwandelt; nach manchen Beschreibungen indeß muß das Schmelzen noch fortgesetzt werden, und die Verwandlung tritt erst allmälig ein. In den Erzählungen über Metallverwandlungen wird auch oft sehr genau geschildert, wie z. B. schmelzendes Blei bei der Projection plötzlich hart wurde, obgleich der Hitzegrad derselbe blieb, und wie man das Feuer verstärken mußte, um das veränderte Metall wieder zum Schmelzen zu bringen. Metallveredelnde Wirkung des Steins der Weisen.

Wieviel von dem Stein der Weisen muß man aber aufwerfen, um ein gegebenes Gewicht unedlen Metalls zu veredlen? Darüber sind die Angaben der Alchemisten verschieden; um so weniger bedarf es, sagen sie, je vollkommener die Substanz des Steins der Weisen ist; um so weniger, scheint es uns, wird als erforderlich angegeben, je exaltirter und frecher der Charakter jedes einzelnen Alchemisten ist. Vervielfältigende Kraft.

Der Glaube an eine vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen, wie man seine Eigenschaft, eine größere Quantität unedlen Metalls als seine eigene in Gold zu verwandeln, bezeichnet, ist offenbar wieder aus der Meinung entstanden, Aenderung der Farbe sei ein Anfang zur Veränderung der Materie; weil eine kleine Menge des färbenden Stoffes hinreicht, einer viel größeren Quantität einer andern Substanz ihre Farbe mitzutheilen.

Der Erste, welcher über die vervielfältigende Kraft bestimmte Angaben mittheilt, ist Roger Baco. Nach ihm verwandelt 1 Gewichtstheil des Steins

Digitized by Google

Vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen.

der Weisen 1000 × 1000 Gewichtstheile unedles Metall. Bescheidener giebt Arnold Villanovanus fast gleichzeitig nur 100 Gewichtstheile an. Beide überbietet weit Raymundus Lullus, bei dem sich zuerst die Angabe findet, der Stein der Weisen könne zu einer solchen Vollkommenheit gebracht werden, daß er unedle Metalle nicht allein in Gold umändert, sondern daß er sie noch höher veredelt, sie sich assimilirt und in den Stein der Weisen verwandelt. »Nimm,« sagt er in seinem Testamentum, »von der köstlichen Medicin so groß wie eine Bohne. Wirf es auf 1000 Unzen Queckſilber, so wird dies von der Medicin in ein rothes Pulver verwandelt. Von dieſem giebt man eine Unze auf 1000 Unzen Queckſilber, so tritt die gleiche Verwandlung ein.« So wiederholt man die Operation noch zweimal; jede Unze des Products verwandelt 1000 Unzen Queckſilber in Tinctur. Von dem Product der vierten Projection soll man wieder 1 Unze auf 1000 Unzen Queckſilber werfen, so werde dies in Gold verwandelt, welches beſſer sei als das aus den Bergwerken. — Das ist eine Verwandlung von einigen Tausend Billionen Gewichtstheilen unedlen Metalls in Gold, durch Wirkung von Einem Gewichtstheil der ursprünglichen Tinctur. Nach solchen Versicherungen kann man keine Verwandlung mehr wunderbar finden, was die Menge des verwandelten Metalls betrifft, und Lull's Ausruf: Mare tingerem (wollte ich in Gold verwandeln), si Mercurius esset, erscheint gar nicht mehr übertrieben.

Gestehen wir indeß, daß Lull der einzige Alchemiſt ist, der sich in solchen Behauptungen gefällt. Alle anderen sind beſcheidener in ihren Verſicherungen. In dem 14. Jahrhundert spricht J. J. Hollandus nur von 1000 × 1000 Theilen Blei oder Silber, die durch Einen Theil der Tinctur sich in Gold verwandeln laſſen, in dem 15. bringt es zwar der Graf Bernhard von Trevigo wieder bis zu 10 × 1000 × 1000, aber die späteren geben immer nur verhältnißmäßig geringe Verwandlungskraft an. Basilius Valentinus um 1500 will 10 bis 30 Theile unedlen Metalls durch 1 Theil des Steins in Gold verwandelt haben; 1618 van Helmont 19000; Kunkel in der 2. Hälfte des 17. Jahrh. spricht von nur 2 Theilen; der letzte anerkannte Adept, James Price in England 1782, wollte eine Tinctur gehabt haben, welche ihr 30 bis 60faches Gewicht Queckſilber in Gold verwandelte.

Beweiſe für die Metallverwandlung.

Worauf aber gründet sich die Fähigkeit des Steins der Weisen, solche Umwandlungen zu bewirken, und worauf gründet sich der Glaube der Alche-

Digitized by Google

misten an diese Eigenschaft im Allgemeinen? Denn auch nach ihrer Meinung war es nur Wenigen vergönnt, in das Geheimniß einzudringen und sich durch Autopsie von der Richtigkeit der Sache zu überzeugen. Beweise für die Metallverwandlung.

Der Glaube an die Möglichkeit der Metallveredlung entstand höchst wahrscheinlich, wie schon oben S. 155 hervorgehoben wurde, dadurch, daß man Legirungen darstellte, welche die Farbe des Goldes oder Silbers hatten. In den entfernteren Zeiten, wo die Prüfungsmethoden noch höchst unvollkommen waren, glaubte man vielleicht schon hiermit wirklich Gold oder Silber erlangt zu haben. Zink giebt dem Kupfer eine goldgelbe, Arsenik eine silberweiße Farbe. Diese Erfahrungen haben höchst wahrscheinlich den Grund zu allen alchemistischen Bestrebungen gelegt; die Alchemisten früherer Zeit betrachteten sie als wirkliche Verwandlungen. So sagt Geber im 8. Jahrhundert, das Kupfer stehe in der Mitte zwischen Gold und Silber und lasse sich ebenso leicht in das eine wie in das andere verwandeln, und meint mit Cadmia (einem Zinkerz) und Arsenik den Anfang einer Verwandlung zu bewerkstelligen. So auch giebt der heilige Thomas von Aquino im 13. Jahrhundert an, um Kupfer in Silber zu verwandeln, solle man das erstere mit Arsenik weiß färben und es mit der Hälfte seines Gewichts Silber zusammenschmelzen. Hier wird noch stets Veränderung der Farbe als Veränderung der Materie, als anfangende Verwandlung, betrachtet.

Mit der Zunahme chemischer Kenntnisse mußte man indeß bald den Unterschied zwischen Legirungen von der Farbe des Goldes oder Silbers und diesen Metallen selbst erkennen, und nun begann das Streben, nicht allein die Farbe sondern auch alle sonstigen Eigenschaften eines Metalls zu denen eines andern zu machen. Begreiflich mußte ein solches Verfahren um so leichter erscheinen, je ähnlicher sich bereits die beiden Metalle, das gegebene und das hervorzubringende, in ihren Eigenschaften sind. In Bezug hierauf sagt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert, aus dem Silber entstehe leichter Gold als aus jedem andern Metalle, denn in ihm brauche man nur Farbe und Gewicht abzuändern, und das geschehe ohne Mühe.

Theoretische Beweise.

Der Glaube an die Möglichkeit einer solchen Verwandlung stützte sich besonders auf die Ansicht, daß die Metalle zusammengesetzt seien, so nämlich, daß sie alle aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen Proportionen und von verschiedener Reinheit bestehen. Ich habe über diese Theorie schon im I. Theile (S. 44 ff.) berichtet; erinnern wir uns, daß man seit Geber als

Digitized by Google

Theoretische Beweise für die Metallverwandlung.

Bestandtheile der Metalle einmal das Princip der Malleabilität und des Metallglanzes ansah, welches man mit dem Namen Queckſilber bezeichnete, und ſodann das Princip der Veränderlichkeit und namentlich der Verbrennlichkeit, dem der Schwefel als der verbrennlichſte Körper ſeinen Namen lieh. Empiriſche Beweiſe für dieſe Zuſammenſetzung glaubte man gleichfalls zu haben, z. B. daß Queckſilber mit Blei vereinigt wahres Zinn gebe u. ſ. w., wie ich dies ſchon bei der Schilderung von Geber's Anſichten (Thl. I. S. 55) erwähnt habe und in der Geſchichte der Anſichten über die Metalle noch ausführlicher angeben werde. Wenn nun, ſo ſchloß man, edle Metalle ſich von Gold nur dadurch unterſcheiden, daß in ihnen zu viel Queckſilber oder Schwefel enthalten iſt, ſo muß es ein Mittel geben, den Ueberſchuß des einen Beſtandtheils über die Zuſammenſetzung des Goldes zu entfernen. Dieſe Theorie war für die damalige Zeit gar nicht unvernünftig; die Alchemiſten betrachteten den Stein der Weiſen als ein Ferment, ſie verglichen geradezu die Wirkung deſſelben mit der des Sauerteigs (dieſe ſchöne, oft vorkommende Vergleichung finde ich zuerſt bei dem Hortulanus im 11. Jahrhundert); durch eine Art Gährung wird eine Umſetzung der Beſtandtheile der unedlen Metalle, eine Abſcheidung des, im Vergleich zu der Zuſammenſetzung des Goldes, im Ueberfluß vorhandenen Beſtandtheils, und ſo die Entſtehung dieſes edlen Metalls bewirkt.

Empiriſche Beweiſe.

Sodann auch fanden die Alchemiſten Beweiſe für die Metallverwandlung in anderen Thatſachen, die vollkommen richtig waren, aber auch wieder von ihnen falſch interpretirt wurden. Die Scheidekunſt ſtand in den erſten Zeiten der Alchemie, und noch bis zu 1600, auf einer ſehr niedrigen Stufe; kleine Mengen eines Metalls in Erzen nachzuweiſen, war der Mehrzahl der Chemiker unmöglich; daß ein Metall in einer ſalzartigen Verbindung, in einer Form, die auf keinen Metallgehalt ſchließen läßt, ſchon ganz gebildet ſeiner Natur nach enthalten ſei, wurde erſt im Anfange des 17. Jahrhunderts genauer erkannt. Darauf gründete ſich nun eine Menge von Beweiſen für die angeblich künſtliche Hervorbringung von Metallen. Geber erzählt ſchon, daß der Sand gewiſſer Flüſſe die Eigenſchaft habe, Kupfer in Gold zu verwandeln; kleine Kupferſtücke der Einwirkung dieſes Sandes, des fließenden Waſſers und der Sonne ausgeſetzt, verwandelten ſich in Gold. Die wahre Sache iſt hier augenſcheinlich, daß ſich das Kupfer dabei oxydirt und ſeinen Metallglanz verliert, der im Flußſande enthaltene Goldſtaub aber durch das

Digitized by Google

wiederholte Waschen (Schlämmen) sichtbar wird. — In dem blauen Vitriole vermutheten nur wenige Chemiker bis zu 1600 einen Gehalt an Kupfer, und von dem 15. Jahrhundert an finden wir die Fällung des Kupfers aus einer Vitriollösung durch metallisches Eisen als einen Beweis für die Verwandlung des Eisens in Kupfer angeführt. Paracelsus und Libavius im 16., der bekannte Wittenbergische Arzt Daniel Sennert im 17. Jahrhundert führen das Factum in dieser Beziehung gläubig an. — Zu Ende des 17. Jahrhunderts glaubte Becher Sand in Eisen verwandeln zu können, da er aus rothem (eisenhaltendem) Lehm, wenn er ihn mit Oel getränkt glühte, Körner bekam, die dem Magnet folgten. — Endlich gab man noch viele Processe an, wodurch jeder sich selbst von der Möglichkeit, unedle Metalle in edle zu verwandeln, überzeugen konnte; es beruhten auch diese darauf, daß Substanzen mit in Arbeit genommen wurden, die immer oder meist einen kleinen, nicht leicht wahrnehmbaren Gehalt, an edlen Metallen haben. Schon einer der eifrigsten Alchemisten des 15. Jahrhunderts, Basilius Valentinus, machte darauf aufmerksam, daß fast alles käufliche Blei einen Gehalt an Silber hat, daß das Mannsfeldische Kupfer gleichfalls stets Silber und das ungarische Silber stets Gold enthält, wenngleich in sehr geringer Menge. Zu seiner Zeit bereits gab es Alchemisten, welche diese Substanzen bei ihren Arbeiten benutzten, und die kleine Menge abgeschiedenen edlen Metalls für die Wirkung einer anfangenden Verwandlung hielten. Beispiele, wo Unwissenheit in der analytischen Chemie zur Stütze alchemistischer Ansichten wurde, gab es bis in die neuere Zeit. Der berühmte französische Chemiker Homberg glaubte 1709 Silber, das von allem Gold gereinigt war, in Gold umwandeln zu können, indem er es mit Spießglanz schmolz; das aus dieser Behandlung erhaltene Silber zeigte immer einen deutlichen, wenn auch kleinen, Goldgehalt. Viele Chemiker wiederholten diese Versuche mit gleichem Erfolg, bis endlich entdeckt wurde, daß fast alles natürlich vorkommende Spießglanz einen geringen Gehalt an Gold hat, welches sich dann bei der chemischen Behandlung mit dem Silber vereinigte. Noch 1783 kam ein ähnlicher Fall vor. Ein Apotheker Cappel zu Copenhagen gab an, daß durch Behandlung von chemisch reinem Silber mit Arsenik dieses theilweise in Gold verwandelt werde. Unter den Chemikern, welche die Sache bestätigt fanden, nenne ich hier nur den berühmten Guyton de Morveau, welcher 1786 sich gleichfalls für die Richtigkeit der Angabe aussprach. Die Alchemisten jubelten ob ihres Sieges, denn zu jener

Empirische Beweise für die Metallverwandlung.

Digitized by Google

Empirische Beweise für die Metallverwandlung.

Zeit wurde die Möglichkeit ihrer Kunst schon sehr bezweifelt, aber die Freude hatte bald ein Ende, als der österreichische Bergrath von Born 1787 fand, daß man bei Anwendung von Salzburger Arsenik, der damals im Handel vorzugsweise verbreitet war, allerdings güldisches Silber erhält, aber nicht mit böhmischem Arsenik; aus dem Grunde, weil in dem letzteren nicht wie in dem ersteren ein kleiner Goldgehalt verborgen ist. So stellten sich viele Particulartransmutationen als Folgen der Unwissenheit in der Chemie oder der Nachlässigkeit in der Prüfung der angewandten Materialien heraus. — Geschicktere Chemiker hatten noch andere empirische Beweise. So z. B. gründete sich Kunkel's Ueberzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung hauptsächlich auf Versuche über die Abänderung der Farbe des Goldes, je nach dem Erhitzen mit verschiedenen Substanzen. Seine Ansicht, wie sie sich hiernach feststellte, sprach er in seinem Laboratorium chymicum aus. Durch Erhitzen mit Salmiak erhöhte er die Farbe des Goldes bis zum Rothgelben, durch Schmelzen mit Borax machte er dasselbe Gold ganz bleich. Dies zeigt nach Kunkel ganz unwiderleglich, daß eine Veränderung in der Mischung des Goldes stattgefunden habe, also eine anfangende Metallverwandlung.

Historische Beweise.

Ihrerzeit galten alle solche Erscheinungen, auch die oben besprochenen, sich auf Unkenntniß in der chemischen Analyse gründenden, als Zeugnisse für die Richtigkeit der Alchemie. Es wurde diese noch weiter erhärtet durch die historischen Beweise für Verwandlungen in großem Maßstabe, die man in Menge anzuführen wußte. Von der großen Menge von Transmutationen, die mehr oder weniger den Anschein von Glaubhaftigkeit haben, will ich nur einige der merkwürdigsten aus neuerer Zeit mittheilen.

Diejenige Autorität, welche unter allen Alchemisten am gewichtigsten für die Möglichkeit der Transmutation spricht, ist van Helmont. Als Arzt und Chemiker ausgezeichnet, stand er überdieß im besten Rufe einer oft sehr weit getriebenen Gewissenhaftigkeit. Er beschreibt in mehreren seiner Schriften die Verwandlung von Quecksilber in Gold mittelst einer kleinen Menge des Steins der Weisen. Van Helmont arbeitete nicht selbst an der Darstellung dieser Substanz, aber er erhielt mehrmals von unbekannt gebliebenen Alchemisten kleine Proben davon. 1618 namentlich wurde ihm $\frac{1}{4}$ Gran von dem kostbaren Körper zugestellt; hiermit verwandelte er 8 Unzen Quecksilber in vollkommen reines Gold. Dieses Factum erzählt er zu wiederholten

Digitized by Google

Malen; die Geschichte dieser Metallverwandlung ist eine der merkwürdigsten, über die uns Mittheilungen gemacht sind; es ist schwer einzusehen, wie van Helmont sich täuschen konnnte, da er ein guter Chemiker war; wie ein Betrug geschehen konnte, da in seinem Hause, ohne Beisein des Alchemisten, von welchem die Substanz herrührte, die Operation geschah. Es gehört dies Factum zu denen, wie sich in der Geschichte der Wissenschaften mehrere finden, wo es Einem fast ebenso schwer wird, die Möglichkeit einer Täuschung anzunehmen, als an die Wahrheit der Sache selbst zu glauben.

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Van Helmont ist der berühmteste Chemiker, welcher sich für die Existenz des Steins der Weisen ausgesprochen hat und dem dabei eine gewisse Unbefangenheit zuzutrauen ist. Von der oben erzählten Verwandlung des Mercurs in Gold war er so erbaut, daß er den ihm eben geborenen Sohn mit dem heidnischen Namen Mercurius taufen ließ; dieser Franciscus Mercurius van Helmont suchte auch seinem Namen Ehre zu machen, forschte sein Leben lang nach dem Steine der Weisen und starb als eifriger Alchemist 1699 zu Berlin.

Von anderen Transmutationsgeschichten will ich noch eine ausführlicher erzählen.

Dr. Helvetius war um die Mitte des 17. Jahrhunderts Leibarzt des Prinzen von Oranien, ein gelehrter Mediciner, der in hohem Rufe der Rechtlichkeit und Aufrichtigkeit starb. Er glaubte nicht an die alchemistischen Künste, und zeigte sich in mehreren Schriften als ihr bitterer Widersacher. Plötzlich trat er 1667 als der eifrigste Vertheidiger derselben auf, wie er erzählt, auf folgende Art überzeugt.

Ihn besuchte 1666 in seiner Wohnung im Haag ein Fremder, der ein Gespräch über die Alchemie und den Stein der Weisen mit ihm anknüpfte. Helvetius sprach seine Zweifel aus; der Fremde suchte ihn zu widerlegen, und um seinen Worten mehr Nachdruck zu geben, zeigte er ihm die fragliche Substanz. Helvetius betrachtete sich die Sache genau; wie er den Stein in Händen hatte, suchte er mit dem Nagel seine Härte zu erproben, und siehe, es gelang ihm, ein Stückchen davon abzulösen. Er bat den Fremden sehr, ihm eine Metallverwandlung zu zeigen; dieser lehnte die Bitte ab, mit dem Versprechen, in drei Wochen wiederzukommen und es dann zu thun. Als der Fremde fort war, versuchte Helvetius mit der kleinen Menge des Steins, die ihm an dem Nagel hängen geblieben war, einen Versuch zu machen; er warf es auf schmelzendes Blei, aber ohne allen Erfolg.

Digitized by Google

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Nach drei Wochen kam der Fremde wieder, und da gestand ihm Helvetius die Entwendung und die Fruchtlosigkeit des Versuchs. Der Fremde meinte, Helvetius habe besser zu stehlen als Gebrauch davon zu machen gewußt, und schob die Schuld darauf, daß er nicht die Substanz in Wachs gehüllt auf das Metall geworfen habe, um sie vor den Dämpfen des Bleies zu schützen. Nach vielen Bitten gab er dem Arzt ein Stückchen des Steins, von der Größe eines Rübsamenkorns; Helvetius meinte, es sei dies zu wenig, um einen Versuch machen zu können, aber der Fremde meinte seinerseits nun, es sei noch zu viel, theilte die Gabe, und ließ dem Arzt die Hälfte zurück. Er entfernte sich mit dem Versprechen, des andern Tages wiederkommen zu wollen und bei dem Versuche gegenwärtig zu sein.

Er kehrte indeß nicht wieder. Als der Abend kam, konnte Frau Helvetius, welcher ihr Mann die Sache erzählt hatte, ihre Ungeduld nicht länger bezähmen. Sie drang in ihn, einen Versuch zu machen. In Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes schmolz Helvetius nun 6 Drachmen Blei, warf den Stein in Wachs gehüllt darauf, ließ noch eine Viertelstunde schmelzen, und goß dann das Metall aus. Es war das reinste Gold; der Münzwardein im Haag und mehrere Goldarbeiter prüften es — es verhielt sich nicht anders.

Helvetius machte diesen Vorfall 1667 in einer eigenen Schrift bekannt, welche den Titel hat: Vitulus aureus quem mundus adorat et orat. Noch vor der Herausgabe dieses Buches indeß bekümmerten sich Viele um diese Transmutation; interessant ist namentlich der Antheil, welchen der berühmte Benedict Spinoza daran genommen hat. Dieser, der sonst nicht zu den Leichtgläubigen gehörte, erkundigte sich genau nach allen Umständen, und sprach brieflich seine Ueberzeugung aus, daß auch für ihn diese Transmutation vollkommen überzeugend sei.

Solche Erzählungen — und mehrere ähnliche werde ich noch im Verlauf dieses Abschnittes zu berichten haben — verfehlten nicht, die Gläubigen in der Alchemie in ihren Ansichten und Bestrebungen zu bestärken und manchen Zweifler ihr zuzuwenden. Es liegt nicht im Plan dieser Arbeit, alle Geschichten hier zu erzählen, wo Ort, Zeit und Zeugen genannt sind, wie die Inhaber des großen Geheimnisses hin und wieder an öffentlichen Orten, wenn an der Möglichkeit der Transmutation gezweifelt wurde, für sechs Kreuzer Blei holen und ein Kohlenbecken sammt Tiegel herbeischaffen ließen, das Blei in Gold verwandelten, es den erstaunten Zuschauern zum Pfand ihrer Ehr-

Digitized by Google

lichkeit daließen und ſpurlos verſchwanden. Die Alchemiſten ſammelten ſie ſorgfältig, es waren ihnen Lichtpunkte in der Nacht ihres Strebens. Mit Vergnügen erzählten ſie den Vorfall, welcher dem Profeſſor der Philoſophie Martini (geſtorben 1621) zu Helmſtedt begegnete. Dieſer, ein eifriger Feind der Alchemie, zog in allen ſeinen Vorleſungen, wo ſich Gelegenheit bot, gegen dieſelbe los, und ſuchte alle Gründe zu widerlegen, welche die Anhänger der hermetiſchen Kunſt für die Richtigkeit der Metallverwandlung anführten. Aber beſchämt mußte er ſchweigen, als einmal ein fremder Edelmann, der gerade hoſpitirte, ihn höflichſt unterbrach und aus Gründen der Erfahrung zu opponiren ſich erbot, eine Kohlenpfanne, einen Tiegel und Blei ſich ausbat, das letztere ſogleich in Gold verwandelte und es dem erſtaunten Profeſſor mit den Worten hinreichte: Solve mihi hunc syllogismum! Hiſtoriſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

Endlich führten die Alchemiſten als Jedermann zugänglichen Beweis die Münzen an, welche aus alchemiſtiſchem Gold und Silber geſchlagen worden waren, und den Stempel ihres Urſprungs trugen. Es ſind dieſe ſo zahlreich, daß beſondere Bücher über ſie geſchrieben wurden; ich erwähne hier nur einiger. Da waren die Roſenobel, wozu Raymund Lull im 13. Jahrhundert das Gold gemacht hatte; da waren die däniſchen Ducaten von 1647, wozu ſich König Chriſtian IV. von ſeinem Leibalchemiſten Caspar Harbach das Material hatte verfertigen laſſen, und welche die Aufſchrift trugen: Vide mira Domi (ni), und viele andere. — Kaiſer Ferdinand III. erhielt 1648 zu Prag von einem gewiſſen Richthauſen einen Gran rothes Pulver, womit in des Kaiſers Gegenwart der Oberbergmeiſter Graf von Rüß dritthalb Pfund Queckſilber in feines Gold verwandelte, woraus man Eine große Medaille prägte, welche den Sonnengott darſtellt, Mercur's Schlangenſtab haltend und deſſen Flügelſchuhe tragend (um die Entſtehung des Goldes aus dem Queckſilber anzudeuten), und die Umſchrift hat: Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan. Anni MDCXLVIII. in Praesentia Sac. Caes. Majest. Ferdinandi Tertii. Auf der Rückſeite: Raris haec ut hominibus est ars, ita raro in lucem prodit. Laudetur Deus in aeternum, qui partem suae infinitae potentiae nobis suis abjectissimis creaturis communicat. Sie ſoll noch 1797, wie J. F. Gmelin berichtet, ſich in der Schatzkammer zu Wien befunden haben. — Derſelbe Alchemiſtiſche Münzen.

Digitized by Google

Alchemistische Münzen.

Kaiser machte 1650 noch eine Projection auf Blei; die aus dem erhaltenen Golde geprägte Medaille trägt die Inschrift:

Aurea progenies plumbo prognata parente,

und wurde noch im vorigen Jahrhundert in der Münzsammlung auf dem kaiserlichen Schloß Ambras in Tyrol gezeigt. — Von einigen solcher Münzen wurde entdeckt, daß das Metall nicht probehaltig war, so z. B. von den Ducaten, die Kaiser Leopold I. 1675 aus angeblichem Gold schlagen ließ, was ihm ein Augustinermönch Wenzel Seyler aus Zinn darstellte, und welche die Inschrift tragen:

Aus Wenzel Seylers Pulvers Macht
Bin ich von Zinn zu Gold gemacht.

Andere aber bewährten sich; darunter gehören z. B. aus neuerer Zeit noch darmstädtische. Landgraf Ernst Ludwig von Hessen-Darmstadt war ein Freund der Alchemie, und verwendete viel darauf, ohne zum Ziele zu kommen. Da erhielt er 1717 von unbekannter Hand ein Päckchen mit rother und weißer Tinctur, nebst Anweisung, sie zu gebrauchen, und dem guten Rathe, eigenes Forschen einzustellen. Von dem Golde, welches er damit aus Blei darstellte, wurden Ducaten geprägt, die keine Inschrift in Bezug auf ihre Entstehung tragen; aus dem Silber aber sind die hessischen Speciesthaler von 1717 geschlagen, auf welchen steht: Sic Deo placuit in tribulationibus. — So erzählen die Alchemisten.

Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

Nach solchen Beweisen zweifelten Viele nicht an der Richtigkeit der hermetischen Kunst, und in der juristischen Praxis wurde ihre Wahrhaftigkeit unbezweifelt angenommen. Im 12.—16. Jahrhundert gab noch der Stein der Weisen zu juristischen Streitigkeiten Anlaß, die sich besonders darum drehten, ob alchemistisch dargestelltes Gold, wenn es durch die Probirkunst von gewöhnlichem nicht unterschieden werden könne, letzterem an Werth gleichzustellen sei, oder für letzteres ausgegeben werden dürfe; eine Frage, welche zu bejahen Viele damals Anstand nahmen, weil es nicht ausgemacht sei, ob das juristische Gold auch die geheimen Kräfte des natürlichen habe. Später wurde dieser Umstand nicht weiter berücksichtigt, aber der juristische Glauben an die Existenz des Steins der Weisen stand fest. So z. B. erhielt der Schneidermeister Christoph Kirchhof von Lauban in der Oberlausitz 1668 von der Canzlei zu Breslau einen Wappenbrief mit einer silbernen Bulle, zu seiner Legitimation und zur Belohnung, »dafür, daß er

Digitized by Google

nicht allein denjenigen Lapillum oder Stein an das Licht gebracht, sondern auch noch dazu vermittelst göttlicher Hülfe und scharfes Nachsinnen, vornehmlich aber durch sein stetiges und unverdrossenes Laboriren, den Spiritum universalem von sich selbst erfunden.“ Ein Oesterreicher, J. F. von Rain, deducirte 1680, daß die Zweifler an der Existenz des Steins der Weisen sich des Verbrechens der Majestätsbeleidigung schuldig machen; weil nämlich mehrere Kaiser selbst die eifrigsten Alchemisten waren. Die Leipziger Rechtsgelehrten haben mehrmals ihre Ueberzeugung von der Existenz des Steins der Weisen klar ausgesprochen. Im Jahre 1580 fällten sie ein Urtheil gegen David Beuther, Leibalchemisten des Kurfürsten August von Sachsen. Dieser sollte zufällig in den Besitz einiger Beschreibungen gekommen sein, wie Particulartransmutationen anzustellen seien, und die Ausarbeitung derselben mit Hülfe einiger Anderer versucht haben, welchen er eidlich zusagte, nach Entdeckung des Geheimnisses es ihnen mitzutheilen. Er habe aber nicht Wort gehalten, wohl aber seines Dienstes bei dem Kurfürsten nur nachlässig gewartet. Das Leipziger Urtheil besagte, Beuther sei der Kenntniß des Steins der Weisen für überwiesen zu erachten; er solle darum peinlich befragt werden, wegen seiner Untreue gegen den Kurfürsten sei er zur Staupe zu schlagen, wegen seines Meineids gegen seine Genossen habe er zwei Finger zu verlieren, und schließlich sei er zum Wohl des Landes, damit das Geheimniß nicht anderen Potentaten bekannt werde, gefangen zu halten. — Noch im Jahre 1725 gab dieselbe Juristenfacultät ein Gutachten ab, wobei es sich um Silber, das in Gold verwandelt worden war, handelte. Die Gräfin Anne Sophie von Erbach hatte auf ihrem Schlosse Frankenstein einem als Wilddieb verfolgten Flüchtling Schutz gewährt; zum Dank verwandelte dieser, welcher ein Adept war, der Gräfin sämmtliches Silbergeschirr in Gold. Ihr Gemahl, Graf Friedrich Carl, nahm davon die Hälfte in Anspruch, weil der Zuwachs des Werthes auf seinem Gebiete und in der Ehe erworben worden sei. Die Leipziger Rechtsgelehrten gaben ihm Unrecht: weil das streitige Object vor der Verwandlung als Eigenthum der Gräfin anerkannt worden sei, müsse es auch nach der Verwandlung ihr Eigenthum bleiben.

Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

War durch alle diese Umstände den Meisten vom 12.—17. Jahrhundert die Wahrheit der Alchemie wahrscheinlich gemacht, so ließ Habsucht viele Alchemisten die wenigen Zweifel, die sich ihnen etwa noch aufdringen

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

Digitized by Google

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

konnten, völlig übersehen. Durch nichts aber konnte die Habsucht mehr gereizt werden, als durch die großen Reichthümer, welche nach der Geschichte der Alchemie den wahren Adepten stets zu Gebote standen. Während die älteren griechischen Alchemisten nur überhaupt davon reden, daß dem Besitzer des Steins der Weisen Armuth stets fern bleibe, was sehr glaublich ist, liefert die Geschichte der Alchemie unter den Abendländern viel detaillirtere Angaben. Raymundus Lullus soll im 13. Jahrhundert den König Eduard III. von England zu einem Kreuzzuge aufgefordert, und um ihm die Mittel dazu an die Hand zu geben, ihm das Gold zu 6 Millionen Rosenobel gefertigt haben; der König aber brach sein Wort und verwendete das Geld für den Krieg gegen Frankreich. Besonderen Reichthum mit der hermetischen Kunst erwarb sich, wie die Alchemisten versichern, der Franzose Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert. Dieser war 1330 zu Pontoise geboren; er lebte zu Paris als Abschreiber. Im Jahre 1357 erwarb er um geringen Preis eine Handschrift auf Baumrinde, die zu entziffern er sich während 21 Jahren vergeblich abmühte. Er reiste nach Spanien, wo er in St. Jago de Compostella einen gelehrten Arzt fand, der ihm die Schrift verdeutlichte. Sie war von einem Juden Abraham an seine Glaubensgenossen gerichtet, und lehrte die Bereitung des Steins der Weisen. Der spanische Arzt und Flamel brachen zusammen nach Frankreich auf, um in Gemeinschaft das große Werk auszuführen. Auf der Reise aber erkrankte der erstere und starb. Flamel machte sich nun nach seiner Rückkehr, von seiner Gattin unterstützt, an das Werk, und 1382 konnte er wirklich Quecksilber in Gold oder in Silber nach Belieben verwandeln. Den erhaltenen Reichthum verwendete er zu frommen Zwecken; 14 Hospitäler stiftete er, drei Kapellen baute er von Grund auf, und erneuerte sieben Kirchen, die er reich dotirte. Noch 1742 wurden einige von ihm gestiftete Almosen in Paris vertheilt. Sein Todesjahr ist ungewiß.

Flamel's Geschichte hat zu vielen Untersuchungen Anlaß gegeben, woher sein Vermögen eigentlich stammte. Der Gelehrte Naudäus behauptete 1649, er habe es sich durch Wucher, namentlich in der Zeit der allgemeinen Judenverfolgungen erworben; doch kam zu Flamel's Zeit keine Hauptverfolgung der Juden vor. Naudäus' Untersuchung kam auch sehr spät; schon zu Flamel's Lebzeiten war auf Geheiß des Königs eine solche vom Parlament zu Paris eingeleitet worden, deren Resultat indeß nie bekannt wurde.

Digitized by Google

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

Noch viele andere Alchemisten haben sich angeblich durch ihre Kunst große Reichthümer erworben. Der Engländer Georg Ripley im 15. Jahrhundert soll den Johanniterrittern, als diese 1460 auf Rhodus von den Türken bedrängt wurden, mit seiner Kunst beigestanden, und ihnen nach und nach 100,000 Pfund, nach Einigen Gold, nach Anderen Sterling, als die Ausbeute seiner hermetischen Arbeiten zugeschickt haben. Um 1500 soll auch der Franzose Hieronymus Crinot gelebt haben, von welchem die Alchemisten versichern, er habe sich mit dem Stein der Weisen ein unglaubliches Vermögen erworben und dasselbe zur Stiftung von dreizehnhundert Kirchen verwendet. Wünschenswerth wären hier genauere Angaben, wo diese stehen und wer sie gezählt hat; allein sie fehlen. Die 84 Centner Gold und 60 Centner Silber, welche man 1612 in dem Nachlaß des Kaisers Rudolph II. zu Prag fand, die siebzehn Millionen Reichsthaler, welche Kurfürst August von Sachsen 1586 hinterließ, wurden gleichfalls als Ergebnisse der hermetischen Kunst angesehen, welche diese Herren besonders beschützten und bei deren Ausübung sie selbst Hand anzulegen geruhten.

Bei solchen Resultaten, welche aus dem Besitz des Steins der Weisen hervorgingen, war der Wunsch nach Erlangung desselben wohl erklärlich. Aber die Wirksamkeit dieser Substanz beschränkt sich nicht auf die Verwandlung der unedlen Metalle in edle; sie erstreckt sich noch auf andere, höchst merkwürdige Erscheinungen.

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

Ich zähle hierher die von einigen späteren Alchemisten angegebene Gewichtsvermehrung, welche durch den Stein der Weisen hervorgebracht werden soll, daß z. B. Ein Gran des Steins, auf 3 Loth Queckſilber projicirt, 5 Loth Gold hervorbringt. Diese Wirkung, die als schlechterdings unmöglich angesehen werden muß, wenngleich einige Vertheidiger der Alchemie diese Vermehrung der Schwere mit der Verstärkung der magnetischen Kraft vergleichen, wird erst in neueren Zeiten erwähnt; sie begleitet nur wenige Beispiele von Transmutationen, welche uns die Geschichte der Alchemie aufbewahrt hat, aber sonderbarer Weise darunter gerade solche, denen die Alchemisten, welchen in diesen Sachen sogenannter historischer Beweis genügt, große Glaubwürdigkeit zugestehen.

Fast alle Metalle haben ein geringeres specifisches Gewicht als Gold; werden sie also in dieses verwandelt, so muß entweder bei gleichbleibendem Gewicht das Volum abnehmen, oder bei gleichbleibendem Volum das Ge-

Digitized by Google

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

wicht zunehmen. — Daß das Erstere stattfinde, wird in mehreren Transmutationsgeschichten ausdrücklich erwähnt. So z. B. sagt van Helmont bei der Beschreibung, wie er Queckſilber in Gold verwandelt habe: das flüſſige Metall habe ſich nach der Projection in einen Klumpen zuſammengezogen (resedit instar offae ſind ſeine Worte). So zeigen auch Münzen, welche urſprünglich aus Silber beſtanden, aber auf der einen Seite durch alchemiſtiſche Mittel in Gold verwandelt worden ſein ſollen, auf dieſer letzteren eine poröſe Oberfläche, angeblich auch wegen der Verdichtung des Silbers zu Gold. — Das Entgegengeſetzte, wo das abſolute Gewicht zunahm, ſoll nach der Verſicherung der Alchemiſten in Transmutationen, wie die folgende, vorgekommen ſein.

Im Jahre 1750 conditionirte in der Officin des Franke'ſchen Waiſenhauſes zu Halle ein Apotheker, Namens Reuſſing, deſſen Charakter überall als unverdächtig, deſſen Kenntniſſe in der Chemie als genügend geſchildert werden. Ihn gewinnt ein Fremder lieb, der ſich damals in Halle aufhielt, die Apotheke manchmal beſuchte und ſich mit ihm über chemiſche Gegenſtände unterhielt. Von dieſem zum Beſuch eingeladen, folgt Reuſſing der Aufforderung, und erhält von dem Fremden einige Stäubchen eines grauen Pulvers zum Geſchenk, ſoviel als an der inneren Höhlung eines Löffelchens von der Größe eines Ohrlöffels von ſelbſt hängen bleibt. Dieſe Stäubchen wiſcht der Fremde mit etwas Baumwolle ab, wickelt dieſe in Papier, und giebt es dem Apotheker, mit der Anweiſung, es auf ſchmelzendes Silber zu werfen. Reuſſing thut es; in dem Laboratorium der Waiſenhausapotheke, einem Ort, wohin kein Fremder kommen konnte, ſchmilzt er einen ſilbernen Löffel von 2½ Loth Gewicht und wirft das Papier darauf. Er läßt noch fortſchmelzen, gießt dann ſein Metall aus, und findet, daß er nun 3 Loth reines Gold hat. Er ſucht den Adepten auf, allein dieſer hatte ſich von Halle bereits entfernt. Er geht zu einem Goldarbeiter, welcher das Product kunſtgemäß prüft, es für reines Gold erklärt und um den gewöhnlichen Preis ankauft. — Dieſe Geſchichte wurde 1774 von Reuſſing's Schwiegerſohne, dem Kriegs- und Domainenrath Dr. von Leyſſer, Berg- und Salinendirector zu Halle, mitgetheilt, der ſich in den Naturwiſſenſchaften rühmlich bekannt gemacht hat.

Andere Erzählungen klingen verdächtiger, und werden von den Anhängern der Alchemie ſelbſt als nicht ganz ſtichhaltig angeſehen. So z. B. zog im Anfange des 18. Jahrhunderts ein gewiſſer Baron von Dierbach

Digitized by Google

herum, der früher Oberſtlieutenant in polniſchen Dienſten geweſen war, und von einem Unbekannten eine Portion des Steins der Weiſen erhalten haben wollte. Dieſe verwandelte glühendes Silber in Gold, und zwar gab $\frac{1}{10}$ Gran der geheimnißvollen Subſtanz mit 60 Gran Silber 72 Gran Gold, wie der däniſche Canzleirath Dippel († 1734) erzählt, auf deſſen Zeugniß aber ſehr wenig zu geben iſt, da er ſelbſt einer der verblendeteſten Alchemiſten ſeiner Zeit war. — Von ſonſtigen Beiſpielen einer ſolchen Gewichtszunahme erwähne ich hier noch der Transmutationen, welche 1761 zu Coblenz vorkamen. Ein Alchemiſt Johann Georg Stahl, aus dem Naſſauiſchen gebürtig, der in der Umgegend unter anderen Namen ſchon durch ſeine Metallverwandlungen vieles Aufſehen erregt hatte, kam zu dem Kur-Trier'ſchen Münzdirector zu Coblenz, Hofrath v. Meidinger, und machte in ſeiner Gegenwart und im Beiſein mehrerer anderer Münzbeamten folgende Verſuche. 167 Loth Kupfer wurden geſchmolzen, und $7\frac{1}{2}$ Loth eines grauen Pulvers darauf gegeben; das ausgegoſſene Metall wog $232\frac{1}{2}$ Loth, worin nach kunſtgemäßer Unterſuchung $65\frac{1}{2}$ Loth Silber waren. Ein anderes Mal behandelte Stahl 25 Pfund Kupfer mit 2 Pfd. ſeines Pulvers; man erhielt 48 Pfund 8 Loth Metall, worin 23 Pfund 8 Loth Silber befunden wurden. Bei allen dieſen Projectionen änderte ſich alſo das Gewicht und die Natur des unedlen Metalls nicht; die verhältnißmäßig kleine Menge Steins der Weiſen ſchuf in Berührung mit dem unedlen Metall das Silber gewiſſermaßen aus Nichts. — Eine Aufklärung dieſer unglaublichen Geſchichten wurde nicht erlangt; das zur Projection gebrauchte Pulver unterſuchte Meidinger, dem es gelungen war, eine Probe davon zu erhalten, aber er fand darin nichts Metalliſches. Stahl wurde von dem Kurfürſten von Trier zur Silberfabrication engagirt, ergab ſich aber einem wüſten Leben, und wollte ſein Geheimniß nicht verrathen. Er wurde verhaftet und mit der Folter bedroht, allein ehe es zur Ausführung der peinlichen Inquiſition kam, entfloh er ſammt den Wächtern, die zu ſeiner Aufſicht beſtellt waren.

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weiſen.

Die Eigenſchaft des Steins der Weiſen, eine abſolute Gewichtsvermehrung zu bewirken, wiegbare Materie aus Nichts zu ſchaffen, kommt, wie geſagt, erſt in den ſpäteren Zeiten der Alchemie vor. Wenden wir uns nun zu einer andern gleich wunderbaren Eigenſchaft, die in den früheren Zeiten die Köpfe der Alchemiſten verdreht hat. Es iſt dies die Eigenſchaft des Steins

Digitized by Google

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

als Universalmedicin, daß er, wie auf die unedlen Metalle veredlend, so auf den menschlichen Körper heilend, stärkend und verjüngend einwirkt. In diesem Sinne heißt er auch die große Panacee.

Der Glaube an diese Eigenschaft findet sich nicht vor dem 8. Jahrhundert; vielleicht beruht er auf einem Mißverständniß, auf einer wörtlichen Auffassung bildlicher Redensarten. Es wird dies sehr wahrscheinlich, wenn man untersucht, wie sich dieser Irrglaube allmälig einschleicht und befestigt, in welchem Sinne sich bei den ersten Alchemisten die Begriffe Krankheit und Heilung derselben durch den Stein der Weisen erwähnt finden. Bei den griechischen Alchemisten vom 4. bis 8. Jahrhundert ist von der Eigenschaft des Steins der Weisen als einer Universalmedicin noch nirgends die Rede, wohl aber findet man schon um 400 nach Chr. bei Synesius in seinem Commentar zu des falschen Democrit's Werken öfters Stellen, wie: »Verfährst du richtig nach meiner Vorschrift, so wirst du glücklich sein, und die böse Krankheit, die Armuth, heilen.« Bei den Arabern vom 8. Jahrhundert an finden wir das Bild von Krankheit und Heilung anders angebracht. Bei ihnen heißen die unedlen Metalle kranke, welche man mittelst des Steins der Weisen, bei Geber der Medicin der dritten Ordnung, heilen, d. h. in edle verwandlen will. »Bringt mir die sechs Aussätzigen (Silber, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Zinn), daß ich sie heile (in Gold verwandle),« sagt z. B. Geber; und wahrscheinlich hat er nur in dieser Bedeutung von der Anwendung des Steins der Weisen als Heilmittel gesprochen, und die einzige Stelle, aus der man das Gegentheil schließen könnte, wo er nämlich von ihm sagt: est medicina laetificans et in juventute conservans, hat vielleicht diesen Sinn erst unter der Feder der lateinischen Uebersetzer gefunden, zu deren Zeit der Glaube an die Universalmedicin allgemein anerkannt war. Denn schon im 13. Jahrhundert finden wir bei den christlichen Alchemisten des Abendlandes die figürlichen Redensarten der Byzantiner und Araber ganz wörtlich genommen und demgemäß weiter ausgeführt. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus überbieten sich in Anpreisungen der Heilkraft des Steins der Weisen. Der Erstere namentlich äußert sich in seinem Rosarius sehr bestimmt: Sic enim habet virtutem efficacem super omnes alias medicorum medicinas, omnem sanandi infirmitatem, eo quod est occultae et subtilis naturae; conservat sanitatem, roborat firmitatem, et ex sene facit juvenem, et omnem eorum expellit aegritudinem. —

Digitized by Google

Haec medicina super omnes alias medicinas et mundi divitias est sane perquirenda. Anbei giebt er an, daß der Stein der Weiſen einem Kranken innerlich gegeben zur Heilung um ſo längere Zeit, 1 Tag bis 12 Tage, brauche, je länger ſchon die Krankheit, 1 Monat bis 1 Jahr, gedauert habe. Raymund Lull verſichert, er ſei wieder ganz jung und munter geworden, als er in hohem Alter ſich der Panacee bedient habe; wir werden gleich ſehen, worauf dieſe Wirkung wohl beruht haben mag. Aus dem 14. Jahrhundert ſpricht beſonders Johann Iſaac Hollandus in ſeinem Opus Saturni als bedeutende alchemiſtiſche Autorität für die Heilkraft des Steins der Weiſen. Ein Weizenkorn groß von demſelben ſoll in Wein gelegt werden, und dieſen der Kranke trinken; die Wirkung des Steins werde zum Herzen dringen, und ſich auf alle Säfte verbreiten, der Kranke werde ſchwitzen, aber dabei nicht matter, ſondern immer ſtärker und luſtiger werden. Dieſe Gabe ſoll neun Tage lang wiederholt werden, wo es dem Menſchen dünken ſoll, er ſei kein Menſch mehr, ſondern ein Geiſt, ſo leicht und luftig ſeien ihm alle ſeine Glieder; es ſolle dem Menſchen zu Muthe werden, als ſei er neun Tage im Paradieſe und nähre ſich von deſſen Früchten. So aber ein Geſunder ſich alle Woche der obigen Doſis bediene, ſo bleibe er geſund und bei Leben, bis zu der Stunde, ſo ihm von Gott geſetzt iſt. Die letzte Clauſel wurde aber nicht einmal von allen Alchemiſten reſpectirt. Salomon Trismoſin, von welchem Paracelſus 1520 zu Conſtantinopel in die Geheimniſſe der hermetiſchen Kunſt eingeweiht worden ſein will, verſichert in ſeinem 1490 geſchriebenen Aureum Vellus, er habe ſich in hohem Alter mit einem Gran des Steins plötzlich verjüngt, ſo daß ſeine gelbe runzliche Haut wieder glatt und weiß, die Wange roth, das graue Haar wieder ſchwarz und der gekrümmte Rücken gerade wurde; Frauen von ſiebzig bis neunzig Jahren habe er mittelſt des Steins der Weiſen wieder ſo jung und rüſtig gemacht, daß ſie noch mehrere Kinder geboren; und ein Leichtes ſei es ihm, mittelſt deſſelben ſich ſo lange am Leben zu erhalten, um den jüngſten Tag mit anſehen zu können. — Zu derſelben Zeit ſpricht ſich auch Baſilius Valentinus, namentlich in ſeinem Tractat von natürlichen und übernatürlichen Dingen, folgendermaßen aus: »Keine Armuth wird der Beſitzer des Steins der Weiſen ſpüren; keine Krankheit wird ihn rühren, und kein Gebreſte ihm ſchaden, bis zu dem geſetzten Ziel des Todes, bis zu der letzten Stunde, ſo ihm von ſeinem Himmelskönige geſetzt iſt.«

Medicinische Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

Digitized by Google

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

So gestaltete sich die Ansicht über die Wirkung des Steins der Weisen als Universalmedicin. Wie er aus einem Mißverständniß wahrscheinlich entstanden ist, habe ich oben angegeben; sehen wir nun, was zu seiner Erhaltung beigetragen hat. Bei den ersten Alchemisten, die sich darüber deutlicher aussprechen, mag der Glaube daran eine Stütze in den Erscheinungen gefunden haben, welche einige damals mehr bekannt werdende Substanzen auf den menschlichen Organismus ausüben. Eine solche Substanz, welche schon in kleiner Menge deutlich kräftigend wirkt, scheint der Weingeist zu sein, über welchen sich die Schriftsteller des 13. Jahrhunderts in sehr hochtrabenden Reden ausdrücken. Arnold Villanovanus verwandte viel Mühe darauf, diesen Stoff in eine wohlschmeckende Form zu bringen, und giebt Mittel an, durch Zusatz von Zucker und Gewürzen einen der Beschreibung nach sicher recht wohlschmeckenden Liquor zu bereiten. Den Weingeist scheint Raymund Lull als Panacee betrachtet zu haben, denn seine Wirkung entspricht sehr wohl dem, was dieser Spagiriker von der verjüngenden und stärkenden Kraft derselben sagt; und anderswo sagt er geradezu von jenem Getränke, es sei die consolatio ultima corporis humani. Schon in jener Zeit führte auch der Weingeist den Namen aqua vitae. Wie gewöhnlich zogen diese Männer von einer einzelnen Erfahrung die allgemeinsten Schlüsse, und boten diese der gläubigen Nachwelt als ausgemachte Wahrheiten dar. Als durch die Alchemisten des 13. Jahrhunderts erst einmal die Allwirksamkeit des Steins der Weisen als Medicin ausgesprochen war, konnte unter ihren Nachfolgern keiner sie leugnen, wenn er sich den Ruhm eines Adepten erhalten wollte. Auch war der Meinung der Alchemisten nach nichts natürlicher, als diese Wirkung. Die veredlende Kraft des Steins mußte sich auf Alles erstrecken, Alles veredeln; die Veredlung der Metalle besteht in der Verwandlung zu Gold; eine Veredlung der kranken Organe kann nur in ihrer Umwandlung zu gesunden stattfinden. Wodurch sollten sich auch die von Gott so hochbegabten Menschen vor der Zeit der Sündfluth ihr alle Begriffe übersteigendes langes Leben gefristet haben, wenn nicht durch die Panacee? Zwei Engländer, Edmund Dickinson und Theodor Mundan, wechselten von 1680 bis 1690 gelehrte Schriften, woraus deutlich hervorging, daß nur durch die Universalheilkraft des Steins der Weisen die Patriarchen ihr hohes Alter erreicht haben. Aber man brauchte mit Beispielen für diese Wirksamkeit desselben gar nicht so weit zurückzugehen; neuere, von den Alchemisten allgemein geglaubte, la-

Digitized by Google

gen in Menge als historische Beweise vor. Artephius, ein lateinischer Alchemist des 12. Jahrhunderts, legte sich ein Alter von mehr als tausend Jahren bei, und Niemand widersprach ihm. Bescheiden erscheint Trautmannsdorf, der aus dem Geschlechte der Reichsgrafen von Trautmannsdorf stammte, und im Anfange des 17. Jahrhunderts als Einsiedler zu St. Michael bei Trient lebte. Wißbegierigen Reisenden, welche ihn in seiner Klause besuchten, zeigte er den Stein der Weisen, und gab als sein Geburtsjahr nur 1462 an, wonach er mit Hülfe seiner Panacee damals etwas über 140 Jahre alt gewesen wäre. Noch im 18. Jahrhundert fanden solche Erzählungen von künstlicher Erlangung eines hohen Alters willige Gläubige unter den Alchemisten; dem Venetianer Fridericus Gualdus, welcher 1724 als einer der eifrigsten Rosenkreuzer starb, legte man ein Alter von 400 Jahren bei, und der bekannte angebliche Graf St. Germain, welcher von 1770 bis 1795 von sich reden machte, wollte durch die Universalarznei über 350 Jahre alt geworden sein. Auch im Orient gab es Leute, welche mit solchen Geschichten sich bedeutend zu machen suchten. Der Franzose Paul Lucas bereiste um 1700 auf Kosten seiner Regierung die Morgenländer, und traf auch da auf viele Alchemisten. Zu Bursa in Kleinasien sprach er in einem Versammlungsorte von Derwischen zu, unter welchen sich namentlich einer, ein geborner Usbeke, der sich durch seine vielseitige Kenntniß aller Sprachen auszeichnete, viel mit ihm unterhielt. Dieser Derwisch sah aus wie ein Mann in den Dreißigen, gab aber sein Alter auf mehr als hundert Jahre an und versicherte, ächte Adepten würden in der Regel durch die Wunderkraft des Steins der Weisen tausend Jahre und darüber alt. So z. B. lebe der berühmte Nicolaus Flamel, dessen wir oben (S. 174) erwähnten, noch; ihn sammt seiner Gattin habe er (der Derwisch) vor drei Jahren im besten Wohlbefinden in Ostindien gesehen. — Die europäischen Alchemisten wußten für diese Nachricht dem guten Derwisch ihren besten Dank.

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

Der Glaube an die Heilwirksamkeit des Steins der Weisen nahm verhältnißmäßig schon früh ab. Schon der Alchemist Schwertzer, zu Ende des 16. Jahrhunderts, versicherte offen, an seinem Stein der Weisen nicht die geringste Heilkraft wahrnehmen zu können, und gegen das Ende des 17. Jahrhunderts berichtet Kunkel, daß die Kurfürsten von Sachsen, ob sie gleich verschiedene Vorschriften zur Darstellung der Tinctur besessen hätten, kein Mittel kannten, um sie in eine Panacee umzugestalten. Jener Glaube erhielt sich, so

Digitized by Google

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

lange überhaupt die Metallveredlung und die Heilung der Krankheiten als analoge Erscheinungen betrachtet wurden, so lange man unter Pathologie, wie es die Jatrochemiker thaten, nur eine Anwendung der chemischen Erfahrungen verstand, und alle chemischen Meinungen sich in der Erklärung der Erscheinungen im Organismus abspiegelten. Jener Glaube verlor sich, als von dem Anfange des 18. Jahrhunderts an ausgezeichnete Aerzte, wie Stahl und Hoffmann, welche zugleich die gründlichsten Chemiker ihrer Zeit waren, sich gegen eine solche Vermischung erklärten, und ihre Ansichten zu den herrschenden zu machen wußten.

Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen.

Außer den bisher besprochenen Eigenschaften hat der Stein der Weisen noch einige nicht minder wunderbare. Dahin gehört z. B., was der Anhaltsche Leibarzt Julius Sperber, einer der bedeutenderen Alchemisten um 1600, in seiner Isagoge anführt: daß der Stein der Weisen aus Kieselsteinen Edelsteine mache, tausend Perlen in eine einzige, überaus schöne, zusammenfüge, das Glas hämmerbar mache, abgestorbenen Bäumen ihre Fruchtbarkeit wiedergebe, u. s. w. Ueber die Beilegung noch anderer Eigenschaften wird sich erst dann eine richtige Ansicht gestalten, wenn wir erfahren, wie die Erlangung des Steins der Weisen auf göttlicher Prädestination beruht. Diese Eigenschaften sind nicht mehr nur materiell wirkende, wie Verwandlung in Gold, Gewichtsvermehrung und Wirksamkeit als Panacee, sondern es sind moralisch wirkende, und ihr Einfluß erstreckt sich selbst über das Grab hinaus. Morienes im 11. Jahrhundert deutet schon an, daß in der Stunde, wo der Stein der Weisen seine Vollendung erhalte, sich unaussprechbare Wunderdinge ereignen. Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert versichert, so der Stein von Jemand verfertigt sei, verwandle er den bösen Menschen in einen frommen; er rotte in ihm aus die Wurzel aller Sünde, den Geiz; er mache ihn freigebig, sanftmüthig und gottesfürchtig, so bös und verkehrt er auch immer bis dahin gewesen sei. Denn er werde gleichsam entzückt von der großen Gnade und Barmherzigkeit, deren ihn Gott in der Offenbarung seiner wunderbaren Werke theilhaftig mache. Graf Bernhard von Trevigo im 15. Jahrhundert sagt, der glückliche Erfolg in der Bereitung des Steins der Weisen ziere den Menschen mit solchem Verstande, daß er das Gute erkenne und fromm werde, wenn er auch früher noch so gottlos gewesen sei. Thomas Norton äußert sich in seinem 1477 geschriebenen Credo mihi seu Ordinale: Subvenit alicui in

Digitized by Google

Sonſtige wunderbare Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

necessitatibus, tollit vanam gloriam, spem et timorem, submovet ambitionem, violentiam et excessum, mitigat adversitates ne quem opprimant. Proxime post sanctos suos Deus hos collocat in coelo, qui artem sunt adepti. Sendivogius im Anfange des 17. Jahrhunderts verſichert, der Stein der Weiſen ſei ein Spiegel, und wer ihn habe und hineinſehen könne, der erblicke darin die drei Theile der Weisheit der ganzen Welt und werde ſo weiſe als Ariſtoteles und Avicenna. In dieſem Sinne deutete man auch die Stelle der Tabula smaragdina: fugiet a te omnis obscuritas, nämlich des Geiſtes. — Alle Alchemiſten des 17. Jahrhunderts noch ſtimmen ein in den Jubel, welche Glückſeligkeit der Stein der Weiſen ſeinem Beſitzer bringe. Als Probe gebe ich hier nur Einiges aus Johann Pordage's (eines engliſchen Geiſtlichen aus dieſer Zeit, geſt. 1626) philoſophiſchem Sendſchreiben vom Stein der Weiſen: »Nunmehr iſt der Stein »fixirt, das Elixir des Lebens bereitet, das liebe Kind geboren. Fahr' hin, »Fall, Hölle, Fluch, Tod, Drache, Thier und Schlange. Gute Nacht, »Sterblichkeit, Furcht, Trauern und Elend. Nun wird ſich Erlöſung, Heil »und Wiederbringung alles deſſen, was verloren war, wiederfinden, weil »ihr nunmehr das große Secret und Geheimniß habet. Dies iſt der edle »Held, der Schlangentödter, der den Drachen unter die Füße wirft und »zertritt. Die alten Philoſophen nennen ihn ihren weißen und rothen Löwen, die Schrift nennt ihn den Löwen des Hauſes Iſraels oder Juda's »oder Davids.«

Genug des myſtiſchen Unſinns. Gehen wir nun dazu über, in welchen Stellungen die Alchemiſten im Allgemeinen lebten, und auf welche Art ſie den Stein der Weiſen zu erlangen trachteten.

Digitized by Google

III. Stellung und Verhältnisse der Alchemisten.

Stellung der Alchemisten.

Die lockenden Eigenschaften, welche dem Stein der Weisen beigelegt wurden, ließ die Alchemie in allen Ständen getrieben werden. Vorzugsweise aber fand sie stets unter dem Priesterstande Verehrer, und wie die ersten Keime der Alchemie vielleicht unter der geheimnißvollen Pflege der ägyptischen Priester sich entwickelten, so blieb auch später unter den christlichen Völkern der geistliche Stand vorzugsweise der Beschäftigung mit der hermetischen Kunst zugethan. Gleich zu der Zeit, von wo an wir etwas genauere Kenntniß über die Alchemie haben, von 400 n. Chr. ungefähr an, sind es hauptsächlich Geistliche, welche sich mit der Kunst beschäftigen oder als ihre Patrone genannt werden. Der Commentar zu des angeblichen Democrit's Werken ist von Synesius, der später christlicher Bischof ward, verfaßt, und in Form eines Briefes an Dioscoros, einen Priester des Serapis zu Alexandrien, gerichtet. So ist auch noch die Abhandlung des Michael Psellos περὶ χρυσοποιΐας (aus der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts) an den Patriarchen von Constantinopel, Joannes Xiphilinos, gerichtet. Unter den Arabern waren es hauptsächlich die Aerzte, welche sich mit der hermetischen Kunst beschäftigten (die Alchemisten aus späterer Zeit, welche unter den Muhamedanern getroffen werden, sind indeß auch meist Derwische), aber sowie die Alchemie in den Abendländern allgemeiner bekannt wurde, gehört sogleich auch wieder die Mehrzahl ihrer Anhänger dem geistlichen Stande an. Von Haimo im 9. Jahrhundert bis zu Basilius Valentinus im 15. existirt fast kein bedeutender Alchemist, der nicht auch die priesterliche Weihe gehabt hätte. Haimo selbst starb 853 als Bischof zu Halberstadt. Aus dem 13. Jahrhunderte war Albertus Magnus Dominikaner, Roger Baco Franciscaner, Raymund Lull gehörte dem Minoritenorden an; Thomas von Aquino (geboren 1224 zu Aquino in Apulien, gestorben 1274), des Albertus Magnus Schü-

Digitized by Google

Stellung der Alchemiſten.

ler in der Theologie und Alchemie, in welcher letzteren er indeß mehr nur als theoretiſirender Schriftſteller auftrat, war, wie ſein Lehrer, Dominicaner, und wurde nach ſeinem Tode gar unter die Heiligen verſetzt. Arnold Villanovanus iſt der einzige bedeutendere Alchemiſt dieſes Jahrhunderts, der nicht dem geiſtlichen Stande angehörte. Auch von den untergeordneteren Spagirikern waren die meiſten Geiſtliche, ohne daß indeß dieſer Stand ganz allein ſich mit Ausübung der Alchemie befaßt hätte. Albertus Magnus erzählt ſchon in ſeiner Alchymia: Inveni multos praedivites, literatos, abbates, praepositos, canonicos, physicos et illiteratos, qui pro eadem arte magnas fecerunt expensas. Auch Alphons X, König von Kaſtilien, zählen aus dieſem Jahrhundert die Alchemiſten zu den ihrigen, indeß auf nur ſehr zweifelhafte Angaben hin. — Im 14. Jahrhundert hatte das alchemiſtiſche Streben bereits in allen Klaſſen ſo um ſich gegriffen, und die damit ſtets verbundenen Betrügereien wurden ſo zahlreich, daß die geiſtliche und weltliche Macht zur Unterdrückung derſelben Edicte erließ, die indeß nur wenig Erfolg hatten, da andrerſeits die Alchemie wieder bei den mächtigſten Herrſchern Schutz und Aufmunterung fand (vergl. unten bei den Patronen der Alchemie). Das Intereſſe für die hermetiſche Kunſt nahm immer zu und wurde immer allgemeiner. Jean de Meun (der um 1300 als Hofpoet Philipp's des Schönen zu Paris lebte) ſchenkte ihr als einem der beſprochenſten Gegenſtände ſeiner Zeit Aufmerkſamkeit, als er das beliebte Gedicht eines älteren Sängers, des Guillaume de Loris, den Roman de la Rose, umarbeitete und beendigte. In epiſodiſcher Darſtellung gab er darin ein Zwiegeſpräch zwiſchen der Natur und dem Alchemiſten; die erſtere klagt, daß ſich der Alchemiſt zu wenig darum bekümmere, ihre Geheimniſſe theoretiſch zu erforſchen, und zuviel auf bloßes Probiren gäbe. Der Dichter ſelbſt giebt les remontrances de la nature à l'alchymiste errant ſummariſch an:

Comme nature se complaint
Et dit sa douleur et son plaint
A ung sot souffleur sophistique
Qui n'use que d'art méchanique.

Der Alchemiſt ſieht ſein Unrecht ein, und der Dichter ſchildert:

Comment l'artiste, honteux et doulx,
Est devant Nature à genoulx
Demandant pardon humblement
Et la remerciant grandement.

Digitized by Google

Stellung der Alchemisten.

Ich führe dies an, um zu zeigen, wie schon im Anfange des 14. Jahrhunderts die Alchemie eine gewissermaßen populäre Sache war, welche nicht bloß bei Gelehrten, sondern auch bei dem größeren Publikum Aufmerksamkeit fand. Es wird dies weiter bezeugt durch die größere Menge alchemistischer Schriftsteller, die nun schon auftreten, von welchen ich indeß hier keine Zusammenstellung zu geben brauche, da die bedeutenderen schon in der allgemeinen Geschichte genannt sind, oder in diesem Abschnitte gelegentlich angeführt werden. Geistliche sind es immer noch vorzugsweise, die der Alchemie ihre Kräfte widmen, und in italienischen, französischen, deutschen und englischen Klöstern wurde damals schon viel und stark laborirt.

Von dem 15. Jahrhundert gilt das Gleiche; die Zahl der Alchemisten stieg immer noch; zu den Geistlichen gesellten sich noch Liebhaber der Wissenschaft im Allgemeinen, Aerzte und andere Fachgelehrte, um den Stein der Weisen darstellen zu lernen; auch Männer der Industrie, welche sich gern mit der fabrikmäßigen Darstellung des Goldes befassen wollten, und von den Regierungen Patente darauf ertheilen ließen, wie dies gleich näher angegeben werden soll. Die regierenden Häupter begünstigten die hermetische Kunst möglichst; mehrere Fürsten laborirten selbst, und der zweite Sohn Friedrich's des Ersten, Kurfürsten von Brandenburg, Markgraf Johann, welcher 1440 die Regierung der Burggrafschaft Nürnberg antrat, trägt in der Geschichte seines Hauses den Beinamen des Alchemisten. Andrerseits theilte sich die alchemistische Richtung auch einer Klasse von planlosen Abenteurern mit, welche mit geringen oder gar keinen chemischen Kenntnissen umherzogen, spähend, ob sie nicht irgendwo in den Besitz des Geheimnisses kommen könnten, und Unwissenderen sich als Adepten vorstellten, um in ihrem Sold und auf ihre Kosten laboriren zu können, bis sich eine Gelegenheit zum Weiterkommen darbot. Bei den alchemistischen Dilettanten, welche gern in den Besitz des Steins der Weisen kommen wollten, ohne sich gerade mit den Handarbeiten zu beschäftigen, beglaubigten sich diese fahrenden Alchemisten als Meister der Kunst entweder, wenn sie noch ehrlich waren, durch Anstellung neuer, an sich interessanter, chemischer Experimente, oder aber meist geradezu durch Verwandlung unedler Metalle in Gold, wobei zwar nicht der wahre Stein der Weisen, aber doch die Fingerfertigkeit und Taschenspielerkunst des Experimentators thätig war.

Diese vagabundirenden Künstler spielen in der Geschichte der Alchemie des 16. und 17. Jahrhunderts eine um so bedeutendere Rolle, als der Eifer

Digitized by Google

für Alchemie zu dieser Zeit immer noch im Steigen ist. Der Abbruch, welcher der praktischen Alchemie aus der Reformation durch die Aufhebung vieler Klöster erwuchs, wurde reichlich ersetzt durch die vermehrte Publicität, welche nun viele alchemistische Schriften bekamen, die früher nur ganz locales Ansehen genossen hatten. Die protestantische Geistlichkeit zeigte sich auch der Alchemie nicht abgeneigt; die Potentaten begünstigten sie mehr als je, arbeiteten auch ämsig selbst, und boten den fahrenden Alchemisten willig Aufmunterung dar. Die Gelehrten aller Fächer glaubten an die Richtigkeit der hermetischen Kunst, und die wenigen Zweifler wurden vor der Einstimmigkeit der übrigen kaum bemerkt. Stellung der Alchemisten.

Den Geist jener Zeit bezeichnet sehr gut das öffentlich ausgesprochene Verlangen des gelehrten Dr Joachim Tancke (geboren 1557 zu Perleberg in der Mark, Professor der Medicin zu Leipzig, gestorben 1609), man solle auf Universitäten einen eigenen Professor der Alchemie bestellen, den Geber und Raymund Lull neben dem Galenus expliciren, und die alten alchemistischen Bücher eben so gut zum Gegenstand der Erklärung nehmen, als das Corpus juris. Die Folgen von solchen öffentlichen Empfehlungen waren denn, daß sich vom König bis zum Handwerker und Bauer alles mit Alchemie abgab; Verschwender und bankerotte Kaufleute suchten darin das Mittel, wieder zu Vermögen zu gelangen; reiche Leute glaubten ihr Geld nicht besser anlegen zu können, als indem sie die Kosten zur Darstellung des Steins der Weisen damit bestritten. Die eigentlichen gelehrten Alchemisten waren damit nicht zufrieden, daß ihre Kunst so gemein gemacht wurde, und ergossen ihre Klagen darüber in Poesie und Prosa. Von den Mitgliedern der gleich zu erwähnenden alchemistischen Gesellschaft zu Nürnberg, die sich für absonderlich hochbegabt hielten, haben wir namentlich solche Schilderungen von dem Mißbrauche der hermetischen Kunst, welche über den Zustand der Alchemie im Anfange des 18. Jahrhunderts ganz gut belehren; ein dortiger Pastor Chr. Bezzel dichtet um 1700:

Wer im gemeinen Dienst dem Staat nichts nützen kann,
Wer jung, als Passagier, sein Hab und Gut verthan,
Will nun im Müssiggang, aus Gläsern, Rauch und Kohlen
(Schaut doch dies Wunderwerk) des Schadens sich erholen.

Ein Anderer, Franz Gassmann aus Schlesien (welcher als Arzt zu Passau lebte, mit der Nürnberger Gesellschaft in eifriger Correspondenz stand, und als alchemistischer Schriftsteller unter dem Namen Pantaleon

Digitized by Google

Stellung der Alchemisten.

sich ungemeinen Ruf erwarb), läßt sich in seinem Examen alchemisticum (1676) vernehmen:

Es will fast Jedermann ein Alchemiste heißen,
Ein grober Idiot, der Junge mit dem Greisen;
Bartscheerer, altes Weib, ein kurzweiliger Rath,
Der kahlgeschorne Münch, der Priester und Soldat.

Es war um 1700 kein Stand, in welchem sich nicht Alchemisten gefunden hätten; schon früher indeß waren sie so zahlreich, daß sogar die Errichtung eigener alchemistischer Gesellschaften möglich war.

Alchemistische Gesellschaften.

Bis zum Anfange des 17. Jahrhunderts arbeiteten die Alchemisten meist einsam, Keinem trauend, und offene mündliche Mittheilung sogar als sündhaft ansehend. Jetzt aber veranlaßte das allgemeine Streben nach Metallverwandlung und der ungünstige Ausgang, welchen die Versuche der meisten Alchemisten genommen hatten, daß Mehrere gemeinsam versuchten, was dem Einzelnen zu vollbringen zu schwer fiel. Es bildeten sich Gesellschaften, mit dem Zwecke, gemeinschaftlich an dem Stein der Weisen zu arbeiten. Bei den Arabern, wo sich mit dem Glauben an den Stein der Weisen frömmelnde Schwärmerei nie verbunden hatte und offene Discussion über den ersteren Gegenstand nie als sündhaft betrachtet worden war, scheint schon früher collegialische Berathung hinsichtlich der Mittel, das große Geheimniß zu erlangen, gepflogen worden zu sein, wenigstens berichtet Leo Africanus aus dem Ende des 15. Jahrhunderts, daß die Alchemisten zu Fez an der Nordküste von Afrika täglich gegen Abend in einer Moschee zusammengekommen seien, um sich über die Fortschritte in ihren Untersuchungen zu unterhalten und zu belehren. Im Anfange des 17. Jahrhunderts erst kommen solche Vereinigungen in großem Maßstabe auch in dem abendländischen Europa vor. Kleinere Associationen wurden zwar schon früher versucht (wie z. B. 1539 ein hermetischer Verein in Paris bestand, wo durch tägliches Philosophiren die Kunst gefördert werden sollte), allein ihre Existenz war stets nur ephemer, und ihr Einfluß auf die Alchemie kaum wahrnehmbar.

Rosenkreuzer.

Einen wirksamen Anfang machte erst die Gesellschaft der Rosenkreuzer, Fraternitas roseae crucis, deren Treiben sich bis über die Mitte des 18. Jahrhunderts erstreckt. Einem Scherz ihre Entstehung verdankend, wurde diese Gesellschaft eine der verbreitetsten und einflußreichsten aller Zeiten. Ein würtembergischer Geistlicher, Johann Valentin Andreä, hatte das

Digitized by Google

tolle Streben der Alchemiſten und den theoſophiſchen Unſinn, welchen ſie mit dem Glauben an die Allwirkſamkeit des Steins der Weiſen verbanden, näher kennen gelernt; als Satyre darauf ſchrieb er eine »Chymiſche Hochzeit des Chriſtian Roſenkreuz«, welche, von 1603 an in Handſchriften circulirend, von 1616 an durch den Druck bekannter wurde. Er ſtellte die herrſchenden Anſichten als die einer geheimen Geſellſchaft dar, deren Urſprung er genau angab. Ein gewiſſer Chriſtian Roſenkreuz habe um 1378 den Orient bereiſt, und ſich dort in alle Myſterien der hermetiſchen Kunſt einweihen laſſen. In ſein Vaterland zurückgekehrt, habe er nur wenigen ausgezeichneten Männern Einiges davon mitgetheilt; die Enthüllung aller Geheimniſſe aber habe man in den erſten Jahren des 17. Jahrhunderts in ſeinem Grabe ſchriftlich niedergelegt gefunden, und einem kleinen Cirkel der Würdigſten gehöre jetzt die Kenntniß von dem Stein der Weiſen und dem Mittel, das Leben zu verlängern, an. Dieſe Geſellſchaft nenne ſich die der Roſenkreuzer, und der Eintritt in dieſelbe ſei nur den ausgezeichnetſten Denkern und den eifrigſten Spagirikern geſtattet. — Was anfangs nur als Satyre dem Autor vorgeſchwebt hatte, trat bald in Wirklichkeit ein. Kaum war die Idee zu einer ſolchen Geſellſchaft gegeben, als ſich auch ſchon Leute fanden, die ihr beitreten wollten, und andere, welche ſich als ihr angehörig bekannten und für ſie warben. Viele Alchemiſten, viele Geiſtliche und viele Aerzte zählten ſich zu ihr, nicht bloß in Deutſchland, ſondern auch in Holland, Frankreich, England und Italien. In Bezug auf Alchemie beſtanden eigentlich eine Menge kleiner Roſenkreuzergeſellſchaften; einzelne ſtellten ſich als Obere des geheimnißvollen Bundes hin, nahmen andere auf, ließen dieſe nach dem Stein der Weiſen ſuchen, und verſprachen, auf zuverläſſige Berichterſtattung aller zu findenden Entdeckungen hin ſolle den untergeordneten Mitgliedern das große Geheimniß mitgetheilt werden, ſobald ſie durch gehörige Leiſtungen in der hermetiſchen Kunſt ſich als dieſer Auszeichnung würdig bewähren würden. Bald indeß gab es, wie es bei einer ſolchen Verwirrung nicht fehlen konnte, Reibungen zwiſchen den einzelnen Cirkeln, welche alle doch dem großen Bunde angehören wollten; eine Partei warf der andern vor, daß ſie eigentlich nicht von den erſten Stiftern der Geſellſchaft abſtamme (was ein gegründeter Vorwurf war, da er jeden Roſenkreuzer traf), und die einſichtsvolleren Alchemiſten zogen ſich allmälig zurück. — Die Geſellſchaft der Roſenkreuzer hat hauptſächlich dazu gedient, in die Beſtrebungen der Alchemie noch mehr

Alchemiſtiſche Geſellſchaften. Roſenkreuzer.

Digitized by Google

Alchemistische Gesellschaften. Rosenkreuzer.

Mystik hineinzubringen; in anderen Wissenschaften hat sich dieser ihr Einfluß noch intensiver gezeigt, ein genaueres Eingehen auf diesen Gegenstand liegt indeß nicht im Plane dieses Buches.

Zu derselben Zeit, im Anfange des 17. Jahrhunderts, bestand auch in Süd-Frankreich eine alchemistische Gesellschaft, welche von ihrem Stifter die Rose'sche (Collegium Rosianum) hieß, und wegen der Namensähnlichkeit oft mit dem Rosenkreuzerbunde verwechselt wurde. Die Rose'sche Gesellschaft hatte außer der Metallverwandlung und der Auffindung der Universalarznei auch das Perpetuum mobile zum Gegenstand ihrer Forschungen gemacht; um 1630 erregte sie einiges Aufsehen, da ein Eingeweihter, Peter Morne, die Geheimnisse, welche er erfahren hatte, erst den Generalstaaten der Niederlande zum Kaufe anbot, und da abgewiesen sie in einer eigenen Schrift bekannt machte. Neues fand sich darin nicht, aber wohl schon Anderen länger und besser Bekanntes.

Nürnberger alchemistische Gesellschaft.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts finden wir mehrere alchemistische Gesellschaften, welche theils aus der Absonderung einzelner Fractionen des Rosenkreuzerbundes entstanden sein mögen, theils aus der zufälligen Vereinigung selbstständiger Alchemisten an einem und demselben Orte. Unter diesen ist die Alchemische Gesellschaft in Nürnberg zu nennen, welche durch die Zahl der einheimischen Mitglieder und durch den lebhaften Verkehr, welchen sie mit auswärtigen Kunstgenossen unterhielt, bekannter geworden ist. Sie erhielt sich auch ziemlich lange; 1654 gegründet bestand sie noch nach 1700. Geistliche aus Nürnberg waren ihre Gründer und vorzüglichsten Mitglieder; auch einige Aerzte waren darin thätig; der berühmteste Mann indeß, welcher ihr angehörte, ist der berühmte Philosoph Leibnitz, welcher 1666 und das folgende Jahr Secretair des Vereins war, die praktischen Arbeiten leitete und aufzeichnete, die Correspondenz besorgte u. s. w. Leibnitz indeß gab bald diese Stellung auf; doch blieb ihm eine gewisse Vorliebe für die Alchemie, welche noch später mehrere chemische Arbeiten von seiner Seite veranlaßte, und ihn selbst in den letzten Jahren seines Lebens die Richtigkeit der hermetischen Kunst nie ganz verleugnen ließ.

Die Buccinatoren.

Es ist zweifelhaft, ob zu den alchemistischen Gesellschaften auch die Buccinatores zu rechnen sind, oder was es überhaupt mit den letzteren für eine Bewandtniß hatte. Im Jahre 1679 erschien nämlich eine Epistola buccinatoria, qua inaudita conjuratio adeptorum in chemia phi-

Digitized by Google

losophorum ab iisdem condita et prodita universis per Europam curiosis fideliter indicatur et dicatur. Die Epiſtel ging von Leuten aus, welche den Stein der Weiſen gern gehabt hätten, aber ſich nicht die Kraft zutraueten, ihn zu finden. Sie forderten alſo die wahren Adepten auf, das Geheimniß ihnen mitzutheilen; ſollte ſolches aber bis zu dem 1. Januar 1684 nicht geſchehen, ſo wollten ſie noch 600 Alchemiſten in die Buccinatorengeſellſchaft aufnehmen, und alle ſollten vereint an der Darſtellung des Steins der Weiſen und der Prüfung der älteren Angaben arbeiten. Wären drei Jahre bei dieſer Arbeit verfloſſen, ohne daß das Ziel erreicht wäre, ſo wollten ſie die ganze hermetiſche Philoſophie vor aller Welt proſtituiren, und als Lug und Trug anſehen laſſen. Die Adepten möchten ſich indeß nicht wundern, daß ſie auf ſo ungewöhnliche Art zur Mittheilung ihres Geheimniſſes genöthigt würden; die Buccinatoren verſtänden zwar die Theorie der Kunſt ſo gut als irgend einer, aber ihre höheren Beſchäftigungen ließen ihnen nicht zu, ſich mit der Praxis abzugeben; eine Mittheilung des Geheimniſſes käme alſo nur an vollkommen Würdige. — Dieſem erſten Briefe folgten noch zwei andere, in deren einem ſie die Beſchwörung noch dringender wiederholten, in deren anderem aber ſie ihren Bruch mit der Alchemie offen verkündeten. — Davon, ob die Drohung ausgeführt worden iſt und die Buccinatorengeſellſchaft die angekündigte Ausdehnung erhalten hat, wurde ſeitdem nichts Genaueres bekannt. Einzelne Antworten auf ihre Briefe blieben nicht aus, welche ſie über die Unmöglichkeit der Mittheilung des Geheimniſſes belehrten, und zugleich ihnen durch hiſtoriſche Belege und ſonſtige Schlüſſe die Richtigkeit der hermetiſchen Kunſt beweiſen wollten.

Alchemiſtiſche Geſellſchaften. Die Buccinatoren.

Den Buccinatoren nicht unähnlich waren die Vertreter der hermetiſchen Geſellſchaft, welche in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutſchland viel Aufſehen erregte. Auch hier war die Geſellſchaft eine nur ſimulirte; ſie beſtand nur aus zwei Individuen, welche ſich als Repräſentanten eines großen Vereins gerirten. Ich werde darauf bei der Betrachtung des Verfalls der Alchemie zurückkommen.

Hermetiſche Geſellſchaft.

Die alchemiſtiſchen Geſellſchaften verfehlten alle den Zweck ihrer Conſtitution; wenigſtens erkannten viele Alchemiſten ſelbſt an, daß durch Zuſammenwirken mehrerer die Darſtellung des Steins der Weiſen nicht gefördert werde. Außerdem aber war häufig auch das Zuſammenarbeiten mehrerer da um ſo gefährlicher, wo die Alchemie geſetzlich verboten war, und ſchon

Digitized by Google

früh war dies an vielen Orten der Fall, wenngleich die desfallsigen Gesetze immer nur kurze Zeit ihr Ansehen behaupteten und öfters förmlich zurückgenommen wurden.

Verbote der Alchemie.

Das erste Verbot, welches die Alchemie traf, war auch das allgemeinste; es ging von dem päpstlichen Stuhle aus, und seine Wirkung sollte sich auf die ganze Christenheit erstrecken. In der Bulle Spondent quas non exhibent etc. verdammte 1317 Papst Johann XXII. alle und jede alchemistische Bestrebung. Er beschuldigt darin die Alchemisten, daß sie, obwohl unwissend in der Kunst, Metalle zu verwandeln, doch Andere darin unterrichten wollen, daß sie sich als Adepten zu beglaubigen suchen, indem sie gold- oder silberähnliche Metalle für wahres Gold oder Silber verkaufen und so die Leute betrügen. Er verdammt die Alchemisten im Allgemeinen, und bestimmt für sie Geldstrafen; Weltliche sollen für ehrlos erklärt werden, Geistliche aber ihrer Würde verlustig gehen und als unfähig zum geistlichen Stande zu betrachten sein.

Die Wirkung dieser Bulle war eine nur sehr kurz dauernde. Es trug hierzu besonders bei, daß Papst Johann XXII. selbst später in den Ruf eines Alchemisten kam; ob mit Recht oder Unrecht, ist nicht ausgemacht, aber bald nach seiner Zeit ward eine Abhandlung, Ars transmutatoria, als von ihm herrührend bekannt, und fand später vielfache Verbreitung. — Aus den ersten Jahren nach der Erlassung der Bulle finden wir, namentlich in Deutschland, ein paar Fälle von Verfolgung einzelner Geistlichen wegen Ausübung der Alchemie, aber bald, wie wir schon oben gesehen haben, erhob sich die hermetische Kunst wieder, wurde offen ausgeübt, und an die Anwendung des päpstlichen Decrets nicht mehr gedacht.

Die Betrügereien, welche aus den alchemistischen Bestrebungen hervorgingen, indem viele Anhänger dieser Kunst Alles, was goldähnlich aussah, Anderen als Gold annehmbar zu machen suchten, veranlaßten indeß bald auch andere Staaten, der Ausübung der hermetischen Kunst gesetzliche Hindernisse in den Weg zu legen. So wurde schon 1380 in Frankreich von Karl V. ein Gesetz erlassen, wonach bei strenger Strafe jede Beschäftigung mit Alchemie und selbst der Besitz chemischer Geräthschaften, wie Oefen u. dgl., untersagt war. So fanden sich König Heinrich IV. von England und sein Parlament 1404 bewogen, die alchemistische Erzeugung und Vermehrung des Goldes und Silbers streng zu verbieten; die Uebertreter dieses

Digitized by Google

Gesetzes sollten als der Felonie schuldig behandelt werden. Ebenso erklärte sich der hohe Rath von Venedig 1488 gegen die Alchemie, und verbot streng jede Beschäftigung, welche mit dieser Kunst zusammenhängt. Alle diese Gesetze fruchteten indeß nichts; wir haben oben (Seite 172 f.) schon gesehen, daß im Gegentheil bald die Alchemie an den Rechtsgelehrten eine Stütze fand. Verbote der Alchemie.

Die Nichtachtung gesetzlicher Verordnungen, welche die Alchemie verboten, und überhaupt das Ansehen, welches der Glaube an die Möglichkeit der Metallverwandlung gefunden hat, ist besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß die Fürsten selbst, statt die von ihren Vorgängern gegebenen Gesetze aufrecht zu halten, im Gegentheil sich als die eifrigsten Patrone der Alchemie bewiesen, und um eine deutlichere Anschauung von dem Ansehen zu geben, in welchem diese Kunst bei vielen gekrönten Häuptern stand, will ich hier einiges Nähere über die vorzüglichsten Beschützer der hermetischen Kunst mittheilen.

Hohe Potentaten haben schon früh die Alchemie ihres besonderen Schutzes gewürdigt, da ein daraus entspringender Zuwachs an Reichthum der Förderung ihres Ansehens nur zuträglich sein konnte. Schon Sultan Kalid, welcher um 1150 unter der Oberhoheit des Kalifats zu Bagdad in Aegypten regierte, soll eine Menge Alchemisten um seinen Thron versammelt haben, und figurirt selbst in Sammlungen alchemistischer Schriften als Verfasser mehrerer Abhandlungen. Auch im Abendlande fand die hermetische Kunst eifrige Beschützer an vielen Fürsten. Arnoldus Villanovanus durfte eine epistola de alchymia an den König von Neapel richten, welcher ihn beschützte; König Alphons X. von Kastilien (gestorben 1284) wird als alchemistischer Schriftsteller aufgeführt. Robert Bruce, welcher von 1306 bis 1329 in Schottland regierte, begünstigte die Alchemie, und man hat von Raymund Lull eine an diesen König gerichtete epistola accurtationis lapidis. Diese Vorliebe für die hermetische Kunst blieb auch später noch bei den Fürsten der britannischen Insel; in England war zwar das ebenerwähnte Gesetz gegen die Alchemie 1404 gegeben worden, allein schon 1423 wurde seine Kraft gänzlich aufgehoben. In diesem Jahre bestieg Heinrich VI. den englischen Thron, und wie dieser König allen geheimen Wissenschaften zugethan war, so begünstigte er vorzugsweise die Alchemie. Bei dem Geldmangel, in welchen er durch innere und äußere Kriege gerieth, hoffte er Abhülfe von der Alchemie; in vier auf einander Patrone der Alchemie.

Digitized by Google

Patrone der Alchemie.

folgenden Decreten forderte er alle Edeln, Doctoren, Professoren und Geistlichen auf, sich dem Studium dieser Kunst nach Kräften zu widmen, damit man Mittel gewinne, die Staatsschulden zu bezahlen. Die Geistlichen namentlich, meinte der König, sollten sich um die Erfindung des Steins der Weisen bemühen, und da sie ja Brot und Wein in Christi Leib und Blut verwandeln könnten, so werde es ihnen mit Gottes Hülfe auch wohl gelingen, eine Transsubstantiation der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. — Bald fanden sich auch Künstler, welche dem König ihre Dienste anboten; zwar nicht Geistliche, welche letztere nothwendig die Heiligkeit der Religion in jener Aufforderung verletzt sehen mußten, aber industriöse Männer, welche mindestens Präparate lieferten, die der König nicht allein für Gold hielt (und das ist noch zweifelhaft), sondern auch geprägt als gute Münze weiterhin verbreitete. So erhielt schon 1440 ein Compagniegeschäft Fauceby, Kirkeby und Ragny ein Privilegium, Gold zu machen; von 1444 bis 1452 erhielten noch acht andere Künstler die Erlaubniß, unedle Metalle in probehaltiges Gold oder Silber zu verwandeln. Es mag aber mit der Probe nicht sehr streng genommen worden sein, das Ergebniß war weiter nichts, als Betrug und falsches Geld, nur daß die Falschmünzerei unter des Königs Aegide betrieben wurde. Soviel sich jetzt noch von der Sache herausbringen läßt, wurde hauptsächlich Kupferamalgam für Gold ausgegeben, was bei dem Putzen die Farbe des Goldes annimmt, sich gießen und auch prägen läßt, ziemlich schwer ist, und nur in starkem Feuer zersetzt wird. Um nicht die eigenen Unterthanen zu betrügen und ärmer zu machen, wurde das so erhaltene falsche Gold hauptsächlich in die Nachbarstaaten zu spielen gesucht, die indeß die Sachlage bald erkannten, und sich zu schützen oder zu revanchiren suchten. Das schottische Parlament befahl schon 1449, in allen Häfen des Reichs und vornehmlich an der englischen Grenze zu wachen, daß kein falsches Geld eingebracht werde, und 1450 wurden noch mehrere Anordnungen getroffen, welche zwar den Handel sehr erschwerten, aber unerläßlich gefunden wurden, um nicht durch die neue englische Industrie benachtheiligt zu werden. — In Frankreich machte man es anders; man machte gleichfalls falsches Geld, welches die Engländer gern nahmen, da es nicht das englische Gepräge trug. Nach Entfernung der Engländer indeß blieb in Frankreich viel unächte einheimische Münze zurück, und die Erbitterung darüber wandte sich vorzüglich gegen einen gewissen Jaques Le Cor (auch Le Coeur oder Cuer genannt), der im Rufe

Digitized by Google

Patrone der Alchemie.

eines Adepten stand und dem König Carl VII. von Frankreich das Metall zur Anfertigung von Goldmünzen geliefert haben sollte. Jaques Le Cor war ursprünglich Kaufmann, aber von dem König während des Kriegs zu dem Director seiner Finanzen ernannt worden, und von ihm ging wahrscheinlich das Project der Wiedervergeltung gegen die Engländer aus. Der allgemeine Unwille forderte ein Opfer für den Betrug des eigenen Landes, und fand sich nur wenig befriedigt, als Le Cor 1453 vom König zur Landesverweisung verurtheilt wurde.

In England dauerte die patentirte Goldmacherei auch noch später fort. Eduard IV. ertheilte 1468 einem Alchemisten Richard Carter neben freier Wohnung im Schlosse Woodstock die Erlaubniß, drei Jahre lang seine Kunst in allen Metallen und Mineralien zu versuchen. Derselbe gab noch 1476 einer Compagnie auf vier Jahre das Privilegium »natürliche Philosophie treiben und Gold aus Queckſilber machen zu dürfen«. Weder von gutem Erfolg hat man je etwas vernommen, noch ist anderseits Klage über ähnliche Mißbräuche, wie die oben bezeichneten, erhoben worden.

Goldähnliche Substanzen sind indeß leichter zu gewinnen als Gold selbst, und wenn das letztere nicht gelingt, so liegt es nahe, die ersteren dafür auszugeben; diesen Erfolg hatten auch die alchemistischen Künste eines gekrönten Haupts in Deutschland. Johann von Laaz, ein böhmischer Alchemist, besuchte um 1440 die Kaiserin Barbara, die zweite Gemahlin des deutschen Kaisers Sigismund, welche sich viel mit Alchemie beschäftigte. Die hohe Dame machte dem Kunstgenossen angebliches Silber aus Kupfer mit Arsenik, auch vermehrte sie ein gegebenes Gewicht Gold durch Zusatz von Kupfer und Silber; beiderlei Producte verkaufte sie dem gemeinen Volk als reines Silber und Gold.

Ehrlicher meinten es andere Fürsten und man kann ihnen nur vorwerfen, daß sie sich täuschen ließen, und mehr Geld an dieser Liebhaberei verschwendeten, als recht war. Aber nicht jeder Fürst war so klug, die Alchemie nur so weit zu begünstigen, wie Papst Leo X.; diesem dedicirte 1514 ein Alchemist Augurelli ein Gedicht, Chrysopoeia betitelt, wofür zum Lohne ihm der Papst einen leeren Beutel verabreichen ließ, meinend, wer solche Kunst besäße, dem fehle nur der Beutel, um das zu machende Gold hinein zu thun. — Mit mehr Interesse nahmen sich besonders in Deutschland die Fürsten der Alchemie an. Ihre Bestrebungen, einen Besitzer des

Digitized by Google

Patrone der Alchemie.

Steins der Weiſen in ihren Dienſt zu erlangen, laſſen ſich nur mit der leidenſchaftlichen Betreibung eines Glücksſpiels vergleichen; man hielt damals Alchemiſten auf ſeine Koſten, wie man jetzt Lotterieloose kauft; ein reicher Fürſt hielt ſich viele, weniger wohlhabende Dynaſten nahmen gemeinſchaftlich zu zwei oder vier einen hoffnungsvollen Goldkünſtler in ihren Sold. Wie bei dem Spiel, ſo leiteten auch hier dieſelben chimäriſchen Hoffnungen auf plötzlichen übergroßen Reichthum, dieſelbe Unſchlüſſigkeit, nach ſtets mißlungenen Verſuchen von der weiteren Verfolgung unſicherer alchemiſtiſcher Proceſſe abzuſtehen. Wenige Fürſtenhäuſer der damaligen Zeit widerſtanden der noblen Paſſion, Alchemiſten zu halten. Der ſchon oben genannte Johann von Brandenburg, Burggraf zu Nürnberg, iſt hier abermals zu erwähnen; ſeine Reſidenz auf der Plaſſenburg bei Culmbach war der Parnaß der deutſchen Alchemiſten um die Mitte des 15. Jahrhunderts. In dieſem Zeitraume zählte die Alchemie noch viele hohe Beſchützer in Deutſchland, aber keiner hat dieſe Kunſt in dem Grade begünſtigt, wie das folgende Jahrhundert Patrone derſelben aufzuweiſen hat. Unter dieſen, dem 16. Jahrhundert angehörigen, iſt vorzüglich Kaiſer Rudolph II. zu nennen, welcher 1576 den deutſchen Thron beſtieg, bis 1612 regierte, und meiſt in Prag reſidirte.

Ob der deutſche Hermes Trismegistus, wie die Alchemiſten ihren Schutzherrn nannten, ſelbſt Adept oder nur Dilettant war, darüber ſind die Ausſagen ſeiner Kunſtgenoſſen nicht übereinſtimmend. Die ungemeinen Reichthümer, welche an Gold und Silber in ſeinem Nachlaß gefunden wurden, betrachteten Viele als das Ergebniß der hermetiſchen Kunſt, während Andere darin nur die Erſparniſſe aus ſeinen kaiſerlichen Einkünften bei beſchränkter Hofhaltung erblicken wollten. — Jedenfalls aber war ſein Thun und Treiben wenigſtens in den letzten Jahren ſeiner Regierung hauptſächlich auf Alchemie gerichtet, und ſeine Umgebung beſtand vorzugsweiſe aus Spagirikern. So war das Haus ſeines Leibarztes, des Thaddäus von Hayek, ſtets der Ort, wo ſich fahrende Alchemiſten anmeldeten, und ſich durch ein vorläufiges Experiment als kunſtfertig genug legitimirten, um dem Kaiſer vorgeſtellt zu werden, der ſie dann nach Verdienſt und eigener Schätzung behandelte. So waren auch ſeine Kammerdiener alle zugleich Alchemiſten, die ihrem Herrn bei ſeinen unabläſſigen hermetiſchen Arbeiten helfen mußten, und ſein Hofpoet, ein Italiäner Mardochäus de Delle, ſcheint ſonſt wenig mehr gedichtet zu haben, als deutſche

Digitized by Google

Reime, welche die Schicksale der verschiedenen Alchemisten, die mit dem Prager Hof in Berührung kamen, schildern, und uns zum Theil noch aufbewahrt sind. Patrone der Alchemie.

Kaiser Rudolph belohnte im Allgemeinen die Alchemisten sehr großmüthig, sobald sie ihm wahrhafte Beweise für die Richtigkeit ihrer Kunst ablegten, und zeichnete sie durch Standeserhöhung und gnädige Vertraulichkeit aus. So kam 1585 ein Engländer Kelley nach Prag, der in seinem Vaterlande Talbot geheißen und eine Notariatsstelle bekleidet hatte, aber eine Namensänderung für vortheilhaft gefunden haben mag, weil er der Verfälschung von Urkunden überwiesen und mit abgeschnittenen Ohren fortgejagt worden war. Dieser Ehrenmann kam nach Prag in Gesellschaft eines Landsmanns, des Dr. Dee, welcher sich viel mit Magie und Geisterbeschwörung abgab; beide traten hier als Inhaber des Steins der Weisen auf, welchen Kelley durch Zufall, aus dem Nachlaß eines längst verstorbenen englischen Bischofs, erlangt haben wollte. Kelley machte vor dem Kaiser mehrere Verwandlungen des Quecksilbers in Gold, und da er der erste Alchemist war, von welchem der Kaiser unzweifelhafte Beweise für die Richtigkeit der hermetischen Kunst erhielt, so wurde er in den böhmischen Freiherrnstand erhoben und mit allen möglichen Gnadenbeweisen überschüttet. Die hohe Gunst nahm aber bald ein Ende, als der Kaiser nicht mehr damit zufrieden war, Beweise für die Existenz der Metallverwandlung gesehen zu haben, sondern in seiner Wißbegierde so weit ging, daß er auch die Bereitung des Steins der Weisen selbst kennen lernen wollte. Auf den Ausgang dieser Adeptengeschichte werde ich nachher zurückkommen. — So wurde auch ein gewisser Sebald Schwerzer, der von 1585 an mit dem Kurfürsten August von Sachsen, dann mit dessen Nachfolger Christian laborirt hatte, und nach des Letzteren Tode (1591) sich an Kaiser Rudolph wendete, von diesem in den Adelstand erhoben und mit dem Amt eines Berghauptmanns in Joachimsthal begnadigt, wo er 1601 starb. Von anderen Adepten, welche in Prag das Handwerk grüßten und Auszeichnung fanden, nenne ich noch den Polen Sendivogius, dessen im Verlauf dieser Geschichte öfters erwähnt werden wird; er theilte 1604 an Rudolph etwas von seiner Tinctur mit, so daß der Kaiser eigenhändig die Metallverwandlung bewerkstelligen konnte; und daß dieser wenigstens von der Richtigkeit der Sache überzeugt war, beweist die marmorne Tafel, welche er in dem Saale des Pra-

Digitized by Google

Patrone der Alchemie.

ger Schlosses, wo die Transmutation geschehen war, mit der Aufschrift setzen ließ:

Faciat hoc quispiam alius
Quod fecit Sendivogius Polonus.

Außer Rudolph II. begünstigte in Deutschland gegen das Ende des 16. Jahrhunderts noch besonders Kurfürst August von Sachsen (der von 1553 bis 1586 regierte), die Alchemie. Er hatte sein eigenes Laboratorium in Dresden, welches vom Volke das Goldhaus genannt wurde, arbeitete eigenhändig, und in mehreren seiner Briefe, die uns noch erhalten sind, bekennt er sich als Besitzer des großen Geheimnisses der Metallveredlung. So schrieb er 1577 an einen italienischen Alchemisten Francesco Forense: Jam eo usque in hoc genere pervenimus, ut ex octo argenti unciis auri perfectissimi uncias tres singulis sex diebus comparare possemus. Seine Gemahlin, Anna von Dänemark, war gleichermaßen der Alchemie zugethan, und hatte auf ihrem Lustschloß zu Annaberg ein großes Laboratorium, welches Kunkel als das größte und ausgezeichnetste, was je existirt habe, rühmt. Kurfürst August indeß nahm nicht so willig jeden fahrenden Adepten in seinen Schutz, wie es Kaiser Rudolph that; er hatte im Gegentheil seine beständigen Alchemisten, unter welchen namentlich die in dieser Geschichte mehrmals erwähnten Beuther und Schwerzer bekannt geworden sind; der große Reichthum, welchen man nach seinem Tode vorfand (vgl. Seite 175), war allen Alchemisten vollgültiger Beweis, daß sein unverdrossenes Streben auch Belohnung gefunden habe, obgleich die Zweifler alles vorhandene edle Metall nur als die Ausbeute des erzgebirgischen Bergbaues, welcher unter ihm in seiner höchsten Blüthe bestand, betrachten wollen. — Kurfürst Christian von Sachsen, welcher auf August folgte, betrieb gleichfalls die Alchemie eifrig.

Die Geschichte meldet nicht, daß in Sachsen über diese alchemistischen Bestrebungen der Regenten geklagt worden sei, woraus man schließen darf, daß weder falsches Geld als Resultat der Arbeiten in Umlauf gesetzt wurde, noch daß die nöthigen Ausgaben die Mittel der erlauchten Künstler überschritten. In anderen Ländern hingegen wurde die Goldmacherſucht der Fürsten zur Plage des Landes. So in Würtemberg, wo Herzog Friedrich (geboren 1557, gestorben 1608) die Entdeckung des Geheimnisses erzwingen wollte, allein ohne den geringsten Vortheil nur betrügerischen Alchemisten zur Beute ward. In dem Städtchen Grossachsenheim

Digitized by Google

war ſein Laboratorium, wo jeder gute Taſchenſpieler Unterkunft und Gelegenheit fand, ſich auf Koſten des Landes zu bereichern, die Ausgaben für dieſe Anſtalt wurden dem Volke ſo drückend, daß die Landſtände wiederholt dagegen Einſpruch thaten. Ich werde nachher mehrerer Alchemiſten zu erwähnen haben, welche das Vertrauen Friedrich's mißbraucht hatten, und deren Betrügerei entdeckt und beſtraft wurde. Patrone der Alchemie.

Gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, wo durch den dreißigjährigen Krieg die Finanzen faſt aller deutſchen Fürſten beträchtliche Störungen erlitten hatten, waren die Alchemiſten beſonders an Höfen geſucht, da hier eine Bewährung ihrer Kunſt als ſehr zeitgemäß erſcheinen mußte. Zu dieſer Zeit werden als beſondere Gönner der Alchemie die Herzoge Ernſt von Baiern, Heinrich Julius von Braunſchweig, Franz von Lauenburg, die Kurfürſten Friedrich von der Pfalz und Johann Philipp von Mainz und noch viele Andere genannt; die Geſchichte hat keine Beweiſe aufbewahrt, daß einer dieſer Herren Gewinn von ſeinen Unternehmungen gezogen; Münzen aus jener Zeit, die mit alchemiſtiſchen Zeichen verſehen ſind, galten zwar lange als Belege dafür, allein es iſt erwieſen, daß dieſe Zeichen nur Merkmale der verſchiedenen Münzmeiſter waren, wie dieſe ſich noch jetzt oft beſondere Abzeichen wählen. Wohl aber berichtet die Geſchichte die Entdeckung vieler alchemiſtiſcher Betrügereien und die Beſtrafung der Uebelthäter aus jener Zeit.

Die Erfolgloſigkeit, welche die derartigen Bemühungen der Regenten aus der Mitte des 17. Jahrhunderts hatten, hielt indeß ſpäter einzelne Fürſten nicht ab, doch noch der Alchemie ſich anzunehmen. Chriſtian IV. von Dänemark ernannte 1646 einen gewiſſen Kaspar Harbach zu ſeinem Leibalchemiſten; ſein Nachfolger Friedrich III., welcher von 1648 bis 1670 regierte, traute ebenſo unbedingt einem Italiener Borri, welcher ſich ihm als Beſitzer des Steins der Weiſen und als Herr über verſchiedene böſe Geiſter zu erkennen gab. — In Deutſchland war Kaiſer Ferdinand III. (die Zeit ſeiner Regierung fällt zwiſchen 1637 und 1657) ein beſonderer Patron der Alchemiſten; Richthauſen, der Ueberbringer der Subſtanz, womit die Seite 171 erwähnte großartige Transmutation von Queckſilber in Gold bewerkſtelligt wurde, wurde von ihm zum Freiherrn von Chaos ernannt, obgleich derſelbe die Bereitung des Steins der Weiſen ſelbſt zu kennen leugnete; auch der Kaiſer Leopold I. (welcher von 1658 bis 1705 regierte) bezeigte den Alchemiſten beſondere

Digitized by Google

Patrone der Alchemie.

Aufmerksamkeit; den Augustinermönch Wenzel Seyler, welcher ihm angeblich Zinn in Gold verwandelte (vgl. Seite 172), ernannte er zum Freiherrn von Reinersberg, und der Betrug, den dieser gespielt hatte, wurde erst zu spät entdeckt. So ließe sich noch eine ganze Reihe von Fürsten nennen, welche die Alchemie mit ihrem Patronat beehrten; es möge genügen anzuführen, daß selbst noch König Friedrich II. von Preußen, welcher später die Alchemie gern verspottete, doch früher alchemistischen Beschäftigungen nicht ganz abhold war, wie man daraus schließen darf, daß 1751 eine Frau von Pfuel aus Sachsen mit zwei Töchtern nach Potzdam kam, um unter des Königs Protection und auf seine Kosten sich der Zerlegung und Vermehrung des Goldes zu widmen. Ein besonderer Erfolg wird indeß nicht gemeldet.

Im Allgemeinen hatten die Alchemisten, wenn sie sich an den Höfen großer Herren aufhielten, eine sehr schwierige Stellung. Entweder bekannten sie, daß sie mit der Darstellung des Steins der Weisen noch nicht ganz im Reinen wären und sie nur versuchen wollten, und dann jagte man sie bald mit Schimpf und Schande fort, weil sie nichts zu Stande brachten, oder sie waren weniger ehrlich, und machten Gold; dann wurden sie nach Befund der Sachlage gehängt oder gefoltert; — ersteres, wenn ihnen eine Betrügerei nachgewiesen wurde: um sie zu strafen, — letzteres, wenn sie es so geschickt gemacht hatten, daß ihre Operation als eine wirkliche Metallverwandlung anerkannt wurde: um in den Besitz ihres Geheimnisses zu kommen. Daß ihnen dieses Loos bei großen Herren blühe, stellt schon Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in seinem Tractat de alchymia den Alchemisten vor, und ermahnt sie, alle Beziehungen zu Fürsten zu meiden; und noch im 18. Jahrhundert machten mehrere Anhänger der spagirischen Kunst dahin einschlagende traurige Erfahrungen. Die Geschichte der Alchemie kümmerte sich nicht viel um diejenigen, welche ihre Unwissenheit zu bekennen keinen Anstand nahmen; genauere Notizen hat sie uns über die Entdeckung von Betrügereien aufbewahrt, und über die Grausamkeit, mit welcher habsüchtige Mächtige von vermeintlichen Adepten die Mittheilung des Geheimnisses zu erzwingen suchten.

Das Verfahren der meisten Großen gegen die Alchemisten gleicht dem, welches nach dem Zeugnisse gleichzeitiger Geschichtsschreiber schon am Ende

Digitized by Google

des 9. Jahrhunderts der Kalif Almanſur gegen den Arabiſchen Arzt Rhaſes eingeſchlagen hatte. Der Kalif war ein Liebhaber der Alchemie, was den Arzt bewog, eine alchemiſtiſche Schrift zu verfaſſen und jenem zu überreichen, wofür ihm eine anſehnliche Belohnung zu Theil wurde, welche er aber zurückgeben mußte und an deren Stelle er die Baſtonade erhielt, als die von ihm beſchriebenen Proceſſe falſch befunden worden waren. Im Abendlande ging es gerade ſo. Die Fürſten beſchützten die Alchemie, munterten dazu auf, waren ungeduldig, wenn Einer, der ſich das große Werk zu verſuchen gemeldet hatte, nicht bald zum Ziele kam, und wenn ſie dann, wie es kommen mußte, betrogen wurden, ſo rächten ſie ſich nach Kräften. In welcher Art und durch welche Kunſtgriffe die Betrügereien meiſt ausgeführt wurden, werde ich unten noch genauer angeben. So ließ 1575 Herzog Julius von Braunſchweig-Lüneburg eine Alchemiſtin Anna Maria Ziegler, genannt Schlüter's Ilſe, in einem eiſernen Stuhle verbrennen, weil ſie ihm Gold zu machen verſprochen hatte, aber des Betrugs überwieſen worden war. — Viele Abenteurer durchzogen um jene Zeit als Alchemiſten Europa, die meiſt nur kurze Berühmtheit erlangten, um der Strafe ihrer Betrügereien zu unterliegen. Dahin gehört ein gewiſſer Graf Mamugnano, der unter dieſem Namen von 1578 an Italien durchſtreifte, vor großen Herren Gold machte, ihnen auch Recepte dazu für gutes Geld verkaufte, und ſtets fort war, ehe die Betrügerei entdeckt wurde. Er fand 1588 für gut, Italien zu verlaſſen, und in Deutſchland als Graf Bragadino ſeine Künſte zu zeigen; in Wien machte er eine Metallverwandlung und legitimirte ſich als ächten Adepten, in München aber ging es ihm 1590 weniger gut; er ward des Betrugs und der Führung eines falſchen Namens für überführt erklärt, und in einem mit Flittergold beklebten Kleide an einem gleichfalls vergoldeten Galgen aufgehängt. Dies war überhaupt die Strafe, welche für falſche Alchemiſten üblich war; ſie traf auch 1597 einen gewiſſen Georg Honauer, welcher den vorhin erwähnten Herzog Friedrich von Würtemberg in wenigen Jahren um zwei Tonnen Goldes betrogen haben ſoll. Der Herzog ließ den eiſernen Galgen, den überlebenden Alchemiſten zum warnenden Exempel, ſtehen, und er wurde auch noch mehrmals gebraucht. — Am Ende des 17. und im Anfang des 18. Jahrhunderts gab es noch ſolche Glücksritter in Menge, die vorzüglich erſt Ruf bekamen, wenn durch Criminalunterſuchung ihr Lebenslauf und ihre, gewöhnlich unter ſehr verſchiedenen

Beſtrafung entlarvter Betrüger.

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Namen gehegte, vielseitige Thätigkeit bekannt wurde. Christian Wilhelm von Krohnemann gehört hierher, welcher von 1677 bis 1686 am Hofe des Markgrafen Georg Wilhelm von Baireuth den Adepten spielte, Gold machte, und vorzüglich darin excellirte, das Quecksilber härten zu können, wodurch es sich in reines Silber verwandelte. Viele Personen betrog er, bis seine Taschenspielereien 1686 erkannt wurden, wo man ihn dann in Culmbach aufhängte, mit der Beischrift:

Ich war zwar, wie Merkur wird für gemacht, bedacht,
Doch hat sichs umgekehrt, und ich bin für gemacht.

Großartiger noch in jeder Beziehung trieb es Don Dominico Manuel Caëtano, Conte de Ruggiero, welcher ein Bauerssohn aus Neapel war, sich als Taschenspieler lange Zeit umhertrieb, und 1695 plötzlich als Inhaber des Steins der Weisen in Madrid unter dem Namen Don Caëtano auftrat. Er erregte hier solches Aufsehen, daß ihn der kurbairische Gesandte daselbst aufforderte, nach Brüssel zum Kurfürsten Maximilian Emanuel von Baiern zu gehen, welcher damals Generalgouverneur der österreichischen Niederlande war. Caëtano folgte dem Rath und ging nach Brüssel, wo er den Kurfürsten bald durch seine Künste vollkommen gewann. Der Fürst suchte den Adepten möglichst an sich zu fesseln, machte ihn zum Feldmarschall, zum Chef eines Infanterieregiments, zum Titularcommandant von München u. s. w., merkte aber erst spät, daß er nur Geld ausgab, ohne welches einzunehmen. Als man genauer auf den Alchemisten achtete, suchte dieser zu entfliehen, und da man hierauf zur genauern Untersuchung schritt, wurden seine Betrügereien klar. Der Kurfürst ließ ihn 1698 nach Baiern abführen, um ihn dort gefangen zu halten, aber 1704 war er schon wieder auf freiem Fuß, und trat nun als Graf Ruggiero in Wien auf, wo er solche Transmutationen machte, daß ihn Kaiser Leopold I. in seinen Dienst nahm, um den Stein der Weisen für ihn in großem Maßstabe auszuarbeiten. Indeß starb der Kaiser, und Ruggiero trat nun in Dienste des damals in Wien residirenden Kurfürsten Johann Wilhelm von der Pfalz, welchem er binnen sechs Wochen 72 Millionen Thaler in Gold zu liefern versprach. Ehe aber noch die Zeit um war, hatte er sich schon mit den erhaltenen Vorschüssen entfernt. Als Graf Caëtano trat er nun 1705 in Berlin auf, wo ihn König Friedrich I. gut aufnahm, hinsichtlich seiner alchemistischen Kunst von angeblich Sachverständigen prüfen ließ,

Digitized by Google

und endlich der Gnade würdigte, in seiner Gegenwart, der des Kronprinzen und vieler anderen hohen Herren, das Quecksilber pfundweise in Gold verwandeln zu dürfen. Caëtano sicherte dem Könige zu, binnen sechzig Tagen Gold und Silber im Werthe von sechs Millionen Thaler machen zu wollen; er ward dafür wie ein Fürst geehrt und zum General der Artillerie ernannt. Bald merkte man indeß, daß der Adept große Lust hatte, auf Reisen zu gehen; dazu kamen Nachrichten von dem Kurfürsten von der Pfalz und aus Wien, welche den Künstler genauer kennen lehrten. Er wurde verhaftet und nach Küstrin gebracht; er entfloh, wurde aber in Frankfurt a. M. wieder eingeholt; und da er mit dem besten Willen kein Gold machen konnte, wie er es zugesagt hatte, so wurde er 1709 nach gewohnter Weise vergoldet und gehängt. — Die deutschen Industrieritter blieben indeß den italienischen nichts schuldig, und Caëtano fand einen würdigen Nebenbuhler an Johann Hector von Klettenberg aus Frankfurt, der, wegen eines unglücklichen Zweikampfs flüchtig, sich sein Leben mit der Alchemie zu fristen suchte. In Mainz, Bremen, Prag machte er Gold und betrog die Reichen; unter verändertem Namen, als Baron Wildeck, trieb er dasselbe bei dem Herzog von Weimar; unter seinem eigenen wieder ging er zu dem König August II. von Polen nach Dresden, dem er die Ausarbeitung des Steins der Weisen versprach, sich dafür zum Kammerherrn ernennen ließ, und an dem großen Werke nichts that, bis die Geduld des Königs ein Ende hatte, welcher ihn auf den Königsstein abführen und dort 1720 enthaupten ließ.

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Man war indeß trotz so zahlreicher Beispiele weit entfernt, aus den vielen Betrügereien auf die Grundlosigkeit der Alchemie überhaupt zu schließen. Wo die Betrügerei nicht klar vor Augen lag, da mußte der, welcher eine Metallverwandlung bewirkt hatte, als Adept gelten, und hartes Gefängniß oder Tortur wurden angewandt, um von ihm die Mittheilung, wie der Stein der Weisen darzustellen sei, zu erpressen. So befahl 1591 Kaiser Rudolph II., den oben (Seite 197) genannten Kelley festzusetzen, bis er sein Geheimniß ihm mittheile; dieser konnte der Bedingung nicht genügen, suchte sich auf andere Weise frei zu machen, und starb 1597 an den Folgen eines Falles, welchen er bei einem Versuche zur Flucht gethan. — Aehnlich ging es dem David Beuther 1582 in Dresden (vergl. Seite 173), welcher nach Urtheil und Spruch bis zur Mittei-

Behandlung anerkannter Adepten.

Digitized by Google

Behandlung anerkannter Adepten.

lung seiner Methode, den Stein der Weisen darzustellen, gefoltert werden sollte; der Tag zur Ausführung der Sentenz war schon anberaumt, und Beuther entging der Tortur nur durch das Versprechen, seine Künste offen angeben zu wollen, entzog sich aber der Erfüllung durch schnellwirkendes Gift. — Auf dieselbe Art wurde noch 1603 wieder in Dresden Alexander Setonius behandelt, ein schottischer Edelmann, welcher in der Geschichte der Alchemie eine zu bedeutende Rolle spielt, als daß wir seiner hier nicht ausführlicher erwähnen sollten.

Setonius.

Alexander Setonius Scotus, wie dieser Adept sich eigentlich schrieb, ob er gleich unter dem Namen Cosmopolita reisete, wurde zuerst 1602 als Besitzer des Steins der Weisen bekannt. Um diese Zeit trat er in den Niederlanden auf, und eine Menge Transmutationen wurden von dort bekannt. Es ist billig, hier zu bemerken, daß bei keiner Metallverwandlung, welche von ihm ausging, je über Betrügerei Klage erhoben wurde. Im Jahre 1603 war er in der Schweiz und im Elsaß, wo er gleichfalls jedem Zweifler gern den Argwohn durch das Experiment der Verwandlung unedler Metalle in Gold benahm. In Straßburg war er die Ursache, daß ein dort geachteter Bürger, ein Goldschmidt Güstenhöver, in's Verderben gestürzt wurde. Zu diesem kam ein Fremder, welcher allen Umständen und der ganzen Beschreibung nach Setonius gewesen sein muß, miethete des Goldschmidts Werkstatt für kurze Zeit zu einer chemischen Arbeit, und schenkte diesem zur Belohnung ein wenig von dem Stein der Weisen, in dessen Besitz er war. Güstenhöver säumte nicht, die Wirksamkeit desselben zu erproben, und zwar vor Zeugen; das Gerücht des glücklichen Erfolges verbreitete sich schnell, und Güstenhöver wurde dabei nicht allein als Besitzer, sondern auch als Verfertiger des Steins der Weisen genannt. Diese Sache konnte dem großen Alchemistenfreund Rudolph II. in Prag nicht verborgen bleiben; er forderte von dem Rath von Straßburg Bericht, und da dieser eine Verwandlung von Blei in Gold constatirte, so ließ sich der Kaiser den Goldschmidt nach Prag bringen, wo dieser mit aller Gewalt Gold machen sollte, und zwar viel. Alle Betheuerungen seiner Unschuld und Unwissenheit halfen dem armen Güstenhöver nichts; des Kaisers Befehl, ihn gefangen zu halten, bis er den Stein der Weisen darstelle, ließ ihn nie seine Freiheit wieder erlangen.

Setonius selbst ging von Straßburg nach Frankfurt; hier und in

Digitized by Google

dem benachbarten Offenbach machte er oft aus unedlen Metallen Gold. Später finden wir ihn in Köln wieder, dann in Hamburg. Im Herbste 1603 kam er nach Crossen in Sachsen, wo damals der kurfürstliche Hof sich aufhielt. Durch seinen Diener ließ Setonius vor Kurfürst Christian II. aus Blei Gold machen, und die Transmutation gelang, ohne daß an Betrug zu denken war. Kurfürst Christian hatte nicht sobald die Ueberzeugung gewonnen, daß die Alchemie eine feste Basis habe, als er auch schon den Entschluß faßte, das Geheimniß mit Gewalt zu erwerben. Er ließ Seton verhaften, und nach Dresden bringen. Der unglückliche Adept wurde wiederholt aufgefordert und mit der Folter bedroht, die Darstellung des Steins der Weisen dem Kurfürsten zu lehren. Er blieb standhaft, selbst als die Drohungen zur That geworden waren und er die verschiedenen Foltergrade aushielt, von welchen man nicht abließ, als bis man die Ueberzeugung gewonnen hatte, daß wiederholte Tortur ihn tödten müsse. — Er wurde nun zu lebenslänglicher Gefangenschaft verurtheilt, und die Haft ihm möglichst qualvoll gemacht, um seine Standhaftigkeit aufzureiben und ein Geständniß zu erzwingen.

Behandlung anerkannter Adepten. Setonius.

Zu jener Zeit hielt sich in Dresden ein polnischer Edelmann, Michael Sendivogius, auf. Er suchte die Gunst des Kurfürsten und sein Vertrauen zu gewinnen, und erhielt von ihm die Erlaubniß, den Gefangenen besuchen zu dürfen. Sendivogius verständigte sich mit Seton, diesen aus seiner Haft zu befreien. Vom Kurfürsten zum Besuche des Adepten berechtigt, erregte sein häufiger Aufenthalt bei diesem keinen Argwohn, und er konnte alle seine Vorbereitungen ungestört treffen. Die Flucht gelang; Sendivogius kam mit Seton glücklich in Krakau an, allein der Letztere starb an den Folgen der erlittenen Mißhandlungen noch 1604. Selbst seinem Befreier theilte der Adept nicht sein Geheimniß mit, doch schenkte er ihm eine beträchtliche Menge des Steins der Weisen, welche er in Dresden noch verborgen hatte und die nach seiner Flucht glücklich gerettet worden war.

Sendivogius.

Sendivogius begnügte sich nicht, das Mittel in Händen zu haben, um reich zu werden, sondern seine Eitelkeit verleitete ihn, sich selbst für einen Adepten auszugeben. So ging er noch 1604 nach Prag, und machte dort die Seite 197 erwähnte Transmutation. Sein Ruf stieg schnell, und Herzog Friedrich von Würtemberg lud ihn ein, Stuttgart mit seiner Anwesenheit zu beehren. Sendivogius folgte der Ein-

Digitized by Google

Behandlung anerkannter Adepten. Sendivogius.

ladung; schon 1605 kam er in Würtemberg an, wo er die beste und ehrenvollste Aufnahme fand. Aber auch Neider wurden bald gegen ihn rege; der bis zu seiner Ankunft am Stuttgarter Hofe hochgeschätzte Hofalchemist von Müllenfels fand vorzüglich sein Ansehen gefährdet, im Bewußtsein, selbst von der Darstellung des Steins der Weisen nichts zu wissen. Müllenfels hatte sich auch nie besonders darauf gelegt, da er erfahren hatte, daß man auch ohne dies für einen guten Alchemisten gelten kann; er hieß eigentlich Müller und hatte die Barbierkunst gelernt, auf der Wanderschaft hatte er mit Alchemisten Bekanntschaft gemacht, denen er einige Kunststücke absah. Mit diesen ausgerüstet, hatte er sich dem Kaiser Rudolph präsentirt, vor seinen Augen in den Tiegel Blei gethan und dann Gold herausgenommen, was den erlauchten Herrn amüsirte, welcher ihn zum Herrn von Müllenfels ernannte und gnädig laufen ließ. Er hatte sich dann nach Stuttgart gewendet, und hier sah er in Sendivogius plötzlich einen Nebenbuhler, der ihm gefährlich werden konnte. Er beschloß ihn zu verderben; zu dem Ende verleitete er ihn zur Flucht, indem er ihm zustecken ließ, Herzog Friedrich habe mit ihm im Sinn, was Kurfürst Christian an Setonius versucht hatte; der Pole floh, aber Müllenfels fing ihn auf eigene Hand auf, beraubte ihn seines Vorraths an der goldmachenden Substanz, und hielt ihn gefangen. Müllenfels präsentirte sich nun seinem Herrn als wahrer Adept, der soviel wie Sendivogius leisten könne, und ward reich belohnt. Aber der Pole ersah sich eine Gelegenheit zur Flucht; er hatte die Falschheit seines Kunstgenossen erkannt, und wandte sich aus der Ferne klagend an den Herzog. Müllenfels ward verhaftet, gestand seine Uebelthat, und wurde 1607 an den eisernen Alchemistengalgen gehängt. Sendivogius erhielt indeß nicht zurück, was ihm an Tinctur gestohlen worden war; was er später noch an Metallverwandlungen producirte, wird leichtlich als Betrügerei erkannt. Er blieb übrigens als Adept doch noch in Ansehen, schriftstellerte auch fleißig über die Kunst, den Stein der Weisen zu machen, und starb 1646.

Aehnliche Maßregeln, wie gegen Seton, wurden in Frankreich ergriffen, um der Regierung das Geheimniß der Goldmacherkunst zu erwerben, oder es wenigstens nicht in anderen Händen zu lassen. Ein gewisser Dubois, auf welchen durch Geschenk und Erbschaft von Flamel her eine Portion des Steins der Weisen gekommen sein sollte, und welcher vor

Dubois.

Digitized by Google

dem Cardinal Richelieu und dem König Ludwig XIII. Beweiſe für die Möglichkeit der Metallveredlung ablegte, wurde, als er nach längerer Haft die Darſtellungsmethode der Tinctur nicht angeben konnte oder wollte, zum Tode verurtheilt und gehängt. Behandlung anerkannter Adepten. Dubois.

Das grauſame Verfahren wider diejenigen Alchemiſten, gegen welche man keine Beſchuldigung der Betrügerei erhob, wurde ſtets als einer der ſtärkſten Beweisgründe für die Wahrheit ihrer Kunſt angeſehen. Sicher bleibt es ſchwer begreiflich, wie man, wenn die Unmöglichkeit der Metallverwandlung anzunehmen iſt, ſich in dem Grade von ihrer Exiſtenz verſichert wähnen konnte, daß alle Mittel eines rohen Zeitalters zur Erlangung des Geheimniſſes aufgeboten wurden. Ich erwähne einiger ſolcher Vorgänge noch, weil ſie mit dem Erſcheinen faſt aller der Alchemiſten in Verbindung ſtehen, welche für wahre Adepten gehalten wurden.

Setonius' Schickſal mochte die Alchemiſten, welche ſich ihrer Kunſt gewiß glaubten, vorſichtig machen. So bietet der erſte Adept, der ſich nach jenem zeigte, eine der geheimnißvolleren Erſcheinungen in der Geſchichte der Alchemie. Von 1640 bis 1666 zeigt ſich nach einander in den verſchiedenen Ländern Europa's ein Alchemiſt, welchen alle Kunſtverſtändigen als einen der größten Meiſter ihres Faches verehren. Den Fachgenoſſen nennt er ſich Philaletha, für den großen Haufen und die wißbegierigen Diener der öffentlichen Sicherheit hatte er ſtets eine Menge anderer Namen in Bereitſchaft. Bald unter dieſem, bald unter jenem Namen auftretend, aber ſtets wieder als derſelbe erkannt, ſetzte er durch ſeine Transmutationen Alle in Erſtaunen. Nach 1688 hörte man nichts mehr von ihm. Philaletha.

Zwölf Jahre ſpäter durchzieht ein anderer Meiſter ſeiner Kunſt Europa; weniger zurückhaltend, aber immer noch vorſichtig genug, um ſich vor näherer Bekanntſchaft mit großen Herren, welche Liebhaberei an ſeiner Kunſt finden könnten, zu hüten. Er nannte ſich Laskaris, und wollte Vorſteher eines griechiſchen Kloſters auf Mitylene ſein. Er war klug genug, um ſelten ſelbſt die Metallveredlung zu zeigen, aber dafür theilte er gern Andern von dem Stein der Weiſen mit, damit ſo die Richtigkeit der Alchemie bewieſen werde. Unter den Emiſſären, welche er zur Bekehrung der Zweifler ausſandte, iſt beſonders Johann Friedrich Böttticher bekannt geworden. Dieſer war 1701 Lehrling in einer Berliner Apotheke, deren Beſitzer als Alchemiſt bekannt war; in dieſer Stellung Laskaris. Böttticher.

Digitized by Google

Behandlung anerkannter Adepten. Böttticher.

machte Böttticher Bekanntschaft mit Laskaris, welcher die Apotheke einmal besuchte; er erhielt von diesem, der ihn in seine Wohnung einlud, eine ziemlich bedeutende Menge des Steins der Weisen, mit dem Auftrag, in einigen Tagen, nach der Abreise des Gebers, die Wirkung zu versuchen und öffentlich zu zeigen. Die Verwandlung des Queckſilbers in Gold gelang vortrefflich und vor mehreren Zeugen.

Böttticher war eitel genug, wie Sendivogius, sich für den Urheber der Tinctur auszugeben. Die Transmutationen wurden schnell bekannt und König Friedrich I. gab Befehl, sich des Adepten zu versichern. Böttticher floh noch zu rechter Zeit über die sächsische Grenze nach Wittenberg; der König von Preußen verlangte seine Auslieferung, und zwar in einer Art, welche dem angeblichen Adepten eine ungemeine Wichtigkeit beilegte. Bei der Abwesenheit des Regenten (König August II. von Polen befand sich gerade in Warschau) wagte die sächsische Regierung nicht, in einer möglicher Weise so folgereichen Angelegenheit zu entscheiden; die Auslieferung wurde vorläufig verweigert, und an den König nach Warschau berichtet. Der preußische Hof drang indeß fortwährend auf Uebergabe des Adepten, und die Sache wurde mit solchem Ernst behandelt, daß man in Sachsen eine Ueberrumpelung Wittenbergs, wo Böttticher noch immer sich befand, durch die Preußen fürchtete, und für Verstärkung der dortigen Besatzung Sorge trug. Der Generalgouverneur des Kurfürstenthums, Fürst von Fürstenberg, ließ den Adepten nach Dresden bringen, und wurde durch die in seinem Beisein angestellten Versuche überzeugt, daß Böttticher das Geheimniß der Goldmacherkunst besitze. Fürstenberg begab sich nun selbst nach Warschau zu August II., wohin er die angeblichen Mittel, Gold darzustellen, mitnahm, und sie mit dem König gemeinsam versuchte. Als Resultat erhielt man indeß kein Gold; diese mißlungene Operation schwächte aber das Vertrauen zu Böttticher's Kunstfertigkeit nicht im Geringsten. Dieser wurde in den Adelstand erhoben, aber doch nicht außer Augen gelassen. Der König suchte ihn fortwährend durch gnädige Behandlung zur offenen Mittheilung seines Geheimnisses zu bewegen; er bewilligte alle seine Wünsche; der Ton seiner vielfachen Briefe an Böttticher ist fast mehr als herablassend, und in eigenhändigem Schreiben gratulirte der König seinem Alchemisten zum neuen Jahr. Doch ließ man es von Anfang an auch an strenger Bewachung nicht fehlen, um die Art kennen zu lernen, wie Böttticher den Stein der Weisen bereite, und

Digitized by Google

Behandlung anerkannter Adepten. Böttcher.

um seiner sicher zu sein, da dem Alchemisten in Dresden nichts weniger als wohl zu Muthe war, und er nach einer guten Gelegenheit zur Flucht sich umsah. Die Bewachung war anfänglich wenig merkbar, trat aber immer deutlicher hervor, als Böttcher aufmerksam wurde, und sich ihr zu entziehen suchte, besonders als die ihm von Laskaris übergebene Quantität Tinctur zu Ende ging. Zuletzt wurde er auf die Festung Königsstein gebracht.

Nach einigen Nachrichten soll die letztere strenge Maßregel besonders dadurch hervorgerufen worden sein, daß auch von außen an Böttcher's Befreiung eifrig gearbeitet wurde. Nach diesen Erzählungen hielt es Laskaris, dem alles bis hierher Erwähnte bekannt geworden war, für seine Pflicht, dem unbesonnenen Jüngling zu helfen. Laskaris ging deßhalb nochmals nach Berlin, und vertrauete sich einem Freunde Böttcher's, einem gewissen Dr. Pasch an. Diesen schickte er nach Dresden, mit dem Auftrage, dem Könige für Böttcher's Freilassung 800,000 Ducaten zu bieten, welche man in Holland erheben könne. Pasch ging nach Dresden, und theilte seine Aufgabe einigen hochstehenden Verwandten mit. Diese versprachen ihm, für diesen Preis Böttcher's Freilassung selbst bewirken zu wollen, da ein so hohes Lösegeld den König nur in seinem Vertrauen zu Böttcher's Adeptenkunst bestärken könne. Man veranstaltete eine Communication zwischen Böttcher und Pasch, allein die Sache ward entdeckt, und Böttcher auf den Königsstein, Pasch auf den Sonnenstein abgeführt. Nach $2\frac{1}{2}$ Jahren suchte Letzterer, mit Hülfe eines Soldaten der Besatzung zu flüchten, was ihm auch gelang, allein ein schwerer Fall bei seiner Entweichung hatte seine Gesundheit zerstört. Er kehrte nach Berlin zurück, erzählte dort seine Schicksale (die durch seinen Verkehr mit einem Adepten so viel Interesse hatten, daß selbst der König Friedrich I. seine mündliche Berichterstattung verlangte), und starb bald.

Böttcher blieb nicht lange auf dem Königsstein; er wurde nach Dresden zurückgebracht, um desto eher willig gemacht zu werden, an dem Stein der Weisen zu arbeiten. Ein Versuch zur Flucht mißlang, und ließ nur seine Haft strenger werden, wobei ihm jedoch immer Freiheit und Belohnung zugesichert wurde, wenn er den Stein der Weisen machen lehre. Böttcher selbst bestärkte immer noch die Ansicht, daß er Gold machen könne, und schloß noch 1704 darüber einen besondern Contract mit dem Könige ab. Als eins der kostbareren Besitzthümer der Krone Sachsen

Behandlung anerkannter Adepten. Böttticher.

wurde er 1706 noch einmal mit anderen Kleinodien auf den Königsstein in Sicherheit gebracht, als Sachsen von einer schwedischen Invasion bedroht wurde. — Bis 1707 hatte des Königs Langmuth ausgehalten, womit dieser auf den Besitz des Mittels, Schätze zu erlangen, hoffte; nun indeß nahm der Monarch die Sache ernster, und drohte dem Alchemisten mit seinem Zorne, wenn er nicht seine Versprechungen erfülle. In dieser Lage konnte sich Böttticher auf das Loos gefaßt machen, welches Bragadino, Krohnemann und Andere erfahren hatten; ihn rettete allein ein günstiges Ereigniß, die Entdeckung der Porzellanbereitung, auf welche er, nach dem Rath verständiger Freunde, schon längere Zeit gearbeitet hatte. Auf diese Entdeckung hin wagte es Böttticher, dem König zu gestehen, daß er nie die Kunst besessen habe, den Stein der Weisen zu machen. Der König, überrascht durch die Vortheile, welche die Fabrication des Porzellans ihm bringen mußte, verzieh dem Alchemisten, der nun, wegen der Bewahrung des neuen Geheimnisses zwar immer noch beaufsichtigt, aber doch weniger in seiner persönlichen Freiheit beschränkt, Director der Porzellanmanufactur wurde, in welcher Eigenschaft er 1719 starb.

Laskaris.

In ähnlichem Auftrage, wie Böttticher, wurden noch viele Andere von einem Unbekannten mit kleinen Mengen des Steins der Weisen ausgerüstet, und die Zeit zwischen 1700 und 1720 ist vorzugsweise reich an Transmutationsgeschichten, welche die Anhänger der Alchemie als vollkommen unverdächtige zur Stütze der Wahrheit ihrer Kunst anführen. Bei mehreren dieser Metallverwandlungen, wo die Inhaber des Steins der Weisen sich darüber aussprachen, wie sie dazu gekommen waren, paßt die Beschreibung der Persönlichkeit des unbekannten Gebers sehr auf Laskaris. Er soll es gewesen sein, der namentlich Caëtano (Seite 202) eine kleine Menge des Steins der Weisen mitgetheilt, der dem Baron Dierbach (Seite 176) das goldmachende Pulver gegeben, und dem Landgraf Ernst Ludwig von Hessen-Darmstadt (Seite 172) die unzweideutigsten Beweise für die Möglichkeit der Metallverwandlung in die Hand gegeben haben soll. Laskaris soll es gewesen sein, der 1716 eine kleine Menge der silbermachenden Substanz nach Wien sandte, um damit die Zweifler zu bekehren, und so eins der merkwürdigsten Ereignisse, welche für die Wahrheit der Alchemie sprechen, veranlaßt haben. Um die Wirkung dieser kleinen Menge Tinctur zu prüfen, vereinigten sich am 19. Juli 1716 der österreichische Vicekanzler Graf Joseph von Würben und Freudenthal, Graf Ernst und Freiherr

Digitized by Google

Wolf von Metternich, der königlich preußiſche Geſandte am Wiener Hof, Staatsrath Ernſt, und der Brandenburg-Culmbachſche Geſandte, Geheime-Rath Wolf. Die Verſuche wurden angeſtellt in dem Hauſe des Commandanten von Wien, des Generalfeldzeugmeiſters Grafen von Rappach, und das Protocoll wurde aufgenommen von dem fürſtlich ſchwarzburgſchen Hofrath Pantzer. Dieſe Herren beſchreiben die Tinctur dem Ausſehen nach wie Salz; es war ein Körnchen, ſo groß als man es im Auge leiden kann, und wog ein Loth Probirgewicht. Sie vermieden den Gebrauch aller Tiegel, machten eine gewöhnliche Kupfermünze, dergleichen im Wiener Armenhaus ausgetheilt wurden, glühend, warfen das Stückchen Tinctur an Wachs geklebt darauf, und löſchten ſodann das Metall in Waſſer ab. Bei dem Herausnehmen fand man die Kupfermünze in eine gleiche von weißem Metall verwandelt, das ſich bei dem Cupelliren als 14löthiges Silber erwies. Das Stückchen Tinctur hatte dem Anſchein nach unverändert auf der Kupfermünze gelegen, als dieſe abgelöſcht wurde; das Waſſer, worin es aufgenommen worden war, zeigte ſich gleichfalls noch metallveredlend, denn Kupfermünzen geglüht und darin abgelöſcht zeigten ſich gleichfalls in Silber verwandelt. Ein Gewichtstheil der Tinctur brachte hier ungefähr 10,000 Gewichtstheile Silber hervor; es wog zugleich das in Silber verwandelte Kupfer um den achten Theil mehr, als ſein Gewicht vor der Verwandlung betragen hatte. Der ganze Vorgang wurde genau protocollirt, und von den Anweſenden in memoriam et fidem rei sic gestae factaeque verae transmutationis, wie das Protocoll ſagt, dieſes unterſchrieben und beſiegelt; nach einer gerichtlich beglaubigten Abſchrift iſt es ſpäter gedruckt worden.

Behandlung anerkannter Adepten. Laskaris.

Daß Laskaris der Ueberſchicker der Subſtanz geweſen ſei, deren metallverwandelnde Kraft hier erprobt wurde, iſt nur eine Annahme, welche deßhalb für wahrſcheinlich gehalten wurde, weil er ſeiner Zeit der einzige Alchemiſt war, deſſen Meiſterſchaft von Niemand in Zweifel gezogen wurde, und weil Niemand wohl einen ſolchen Gegenſtand an Unbekannte wegſchenkte, wenn er ihn nicht ſelbſt verfertigen konnte. Bloße Vermuthung iſt es auch, daß Laskaris der Unbekannte geweſen ſei, welcher der Gräfin Erbach Silbergeräth in Gold verwandelte (Seite 173). Nach 1720 hat man von ihm weiter nichts mehr gehört.

Die Geſchichte der Alchemie erzählt noch von einem Adepten, der, im Anfang weniger vorſichtig als Laskaris, beinahe Setonius' Schickſal

Sehfeld.

Digitized by Google

Behandlung anerkannter Adepten. Sehfeld.

getheilt hätte, allein der Gefahr noch entrann, und später ebenfalls für die Wahrheit der Alchemie nur dadurch zu kämpfen suchte, daß er an dritte Personen, welche ihn nicht kannten, Proben des Steins der Weisen verschenkte, und sich dann jeder nähern Nachforschung durch schleunige Flucht entzog. Dieser Adept kam 1746 unter dem Namen Sehfeld in das Bad Rodaun bei Wien, miethete sich dort bei dem Bademeister ein, und entdeckte sich diesem nach einigem Aufenthalt als Besitzer der Kunst, Gold zu machen. Er verwandelte Zinn in Gold, welches der Bademeister in die Wiener Münze trug und dort verkaufte. Allein auch die Familie des Bademeisters wurde in das Geheimniß gezogen, und nun war es bald verbreitet. Dazu kam, daß die beträchtlichen Mengen Goldes, welche von Rodaun in die Wiener Münze verkauft wurden, letztern Orts Aufsehen erregten. Die Sache wurde bis in die höchsten Kreise hinauf besprochen, und auf Befehl der Kaiserin Maria Theresia wurde Sehfeld verhaftet. In Wien wurde er scharf verhört, zuletzt sogar unbarmherzig gegeißelt, um die Entdeckung des Geheimnisses zu erpressen, er weigerte sich indeß standhaft, die Methode mitzutheilen, wie die Metallveredlung zu bewirken sei. Als man die Ueberzeugung gewann, daß durch harte Behandlung nichts herauszubringen sei, wurde er auf die Festung Temeswar abgeführt. Der Commandant dieser Festung lernte ihn genauer kennen, gewann Interesse für ihn, und bemühte sich am kaiserlichen Hofe, eine Milderung seines Schicksals zu bewirken, was ihm indeß nicht gleich gelang. Kaiser Franz I. jedoch, durch diese Umstände aufmerksam gemacht, bekümmerte sich nun näher um die Sache und hörte namentlich den Bademeister aus Rodaun selbst ab. Der Kaiser wurde von der Kunstfertigkeit Sehfeld's überzeugt; er suchte nun durch gütigere Behandlung ihn zu der Mittheilung des Geheimnisses zu bewegen und entließ ihn von der Festung, ordnete ihm jedoch zwei Officiere zu, welche jede seiner Handlungen und namentlich seine chemischen Arbeiten genau bewachen sollten. Mit einem Male aber waren der Adept und seine Wächter verschwunden.

Weder von dem Erstern noch von den Letztern wurde wieder etwas gehört; Sehfeld mußte wohl gelernt haben, vorsichtig zu sein. Ihn hielt man für den Fremden, der an Reussing (Seite 176) von dem Stein der Weisen mittheilte; noch andere Transmutationsgeschichten, welche um 1750 sich zutrugen, schrieb man seiner Mitwirkung zu.

Digitized by Google

In das Vorhergehende habe ich die wichtigsten Thatsachen, welche die Anhänger der Alchemie anzuführen pflegen, eingeflochten; neuere werde ich unten bei der geschichtlichen Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie abnahm, beizubringen Gelegenheit haben. Wir haben ebenso gesehen, welches das Loos der Alchemisten war, wenn sie mit großen Herren zu thun hatten. Nicht viel besser erging es den Meisten, welche für sich, ohne hohes Patronat nachzusuchen, an der Darstellung des Steins der Weisen arbeiteten.

Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

Die Alchemisten an Höfen wurden entweder als Unwissende fortgejagt, oder als Betrüger bestraft, oder als Besitzer des größten Geheimnisses gefoltert. Die Alchemisten, welche in Zurückgezogenheit in ihrer Kunst sich versuchten, hat die Geschichte nur wenig berücksichtigt, außer daß allenfalls die Literaturgeschichte der hermetischen Kunst, und diese ist sehr reichhaltig, ihre Namen nennt. Die fahrenden Alchemisten sind besser bekannt geworden, und haben meist ein böses Ende genommen. Entweder galten sie für Besitzer des Steins der Weisen, und dann lauerten ihnen habsüchtige Menschen und neidische Kunstgenossen auf, oder auch sie suchten zeitlebens nach dem Stein der Weisen in allen Ländern, fanden ihn nicht, und starben in Verarmung.

Hinsichtlich der Gefahren, welche ein Alchemist sich durch den erlangten Ruf der Meisterschaft zuziehen konnte, — wenn er sich auch von Höfen entfernt hielt, wo man aus Gründen der Politik seine nähere Bekanntschaft und Mittheilung hätte wünschen können, — hat die Geschichte viele Beispiele aufbewahrt. So wurde 1483 ein Alchemist, Ludwig von Neisse, der seine Kunst zu Marburg producirt hatte, von einem hessischen Edelmann, Hans von Dörnberg, ermordet, da dieser in den Besitz der Tinctur zu kommen wünschte. So ging es auch 1556 einem Edelmann aus Guyenne, Denis Zachaire, welcher in Deutschland reiste und auf den Grund hin, daß man in seinem Besitz den Stein der Weisen wähnte, zu Köln von seinem Diener erschlagen wurde. Sebastian Siebenfreund, ein Mönch, welcher von einem alten Klostergeistlichen das Geheimniß der Metallverwandlung erlernt und das Mittel dazu in Händen haben wollte, fand 1570 zu Wittenberg den Tod unter den Händen dreier mißgünstigen Alchemisten, unter welchen auch Leonhard Thurneysser gewesen sein soll; und ebenso kam ein anderer Mönch, Albrecht Beyer, in demselben Jahr zu Nürnberg um's Leben, weil seine Mörder den Stein der Weisen

Digitized by Google

Schickſale der privatiſirenden Alchemiſten.

bei ihm zu finden glaubten. Solche Mordgeſchichten, veranlaßt durch das Streben, ohne eigene Mühe in den Beſitz des Mittels zu großen Reichthümern zu kommen, liegen in Menge vor. Wir haben an den vorſtehenden genug; ebenſo wenig kommt dabei heraus, ſpeciell hier noch auf andere einzelne Schickſale derjenigen Alchemiſten weitläufig einzugehen, welche ſich der Darſtellung des Steins der Weiſen auf eigene Koſten widmeten. Auch von ihnen gilt, was ſchon Johannes Trithemius (geb. 1462 zu Tritenheim bei Trier, geſtorben 1516 als Abt zu Würzburg) als das häufige Ende der Alchemiſten angiebt, wenn er ſagt: Vanitas, fraus, dolus, sophisticatio, cupiditas, falsitas, mendacium, stultitia, paupertas, desperatio, fuga, praescriptio et mendicitas, pedissequae sunt Chymiae.

Als den Erfolg dieſer Art von Alchemiſten, wenn ſie nicht durch ungewöhnliche Leiſtungen oder grobe Betrügereien bekannt wurden, berichtet die Geſchichte der Alchemie hauptſächlich Verarmung, das allgemeine Loos Derer, die einer fixen Idee nachhängen, welche entweder unmöglich iſt, oder zu deren Verwirklichung ſie nicht die nöthigen Kenntniſſe haben, und die ſie doch mit allen ihnen zu Gebote ſtehenden Mitteln verfolgen.

Aus den Abendländern vorzüglich, wo die Alchemiſten mit der größten Beharrlichkeit ihren Verſuchen nachhingen, finden ſich viele Beiſpiele von dieſem endlichen Erfolg der Beſchäftigung mit der hermetiſchen Kunſt aufgezeichnet. So ſagt ſchon von einem 1286 zu Nürnberg verſtorbenen Herrn von der Sulzburg eine gleichzeitige Chronik: »Er hat lange gealchemaiet und viel verthan« Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim (geboren zu Köln 1486, geſtorben zu Grenoble 1535) hatte den größten Theil ſeines Lebens nach dem Stein der Weiſen getrachtet, alle Länder bereiſt, um ſeine Darſtellung zu erfahren, und ſich ein wohlbegründetes Recht erworben, am Ende ſeiner Tage, in Zurückgekommenheit und der bitterſten Armuth, ein Buch de incertitudine et vanitate scientiarum zu ſchreiben, in welchem er beſonders die Alchemie verdammt. Bernard Gabriel Penot (gebürtig von St. Maria in Guyenne), welcher um 1600 einer der angeſeheneren Alchemiſten war, und ſich in ſeinen Schriften kecklich für einen wahren Adepten und Beſitzer des Steins der Weiſen ausgab, hatte von ſeinen Beſtrebungen nur den Erfolg, daß er ſein ganzes Vermögen zuſetzte, und 1617 arm und verlaſſen im Hoſpital zu Iverdün ſtarb. Auf ſeinem Todbette daran erinnert, ob er nicht ſeine etwaigen Geheimniſſe, um des gemeinen Beſten willen, noch mit-

Digitized by Google

theilen wolle, bezeigte er zwar guten Willen, aber über die Goldbereitung hatte er nichts zu ſagen; im Gegentheil verfluchte er die Alchemie, und meinte zu ſpät, wer ſeinen Todfeind ſicher verderben wolle, müſſe ihn überreden, nach dem Stein der Weiſen zu forſchen. Im 17. Jahrhundert paßte ſchon auf ſo Viele, die ſich in alchemiſtiſche Verſuche eingelaſſen hatten, der damals übliche Wahlſpruch: propter lapidem bona mea dilapidavi, daß eine Auswahl einzelner Beiſpiele ſchwer wird und unterlaſſen bleiben mag. Schickſale der privatisirenden Alchemiſten.

Das Vorhergehende mag hinreichen, über die äußere Stellung und die Schickſale der Alchemiſten im Allgemeinen einen deutlicheren Begriff zu geben. Welche Wichtigkeit man lange Zeit hindurch alchemiſtiſchen Beſtrebungen beilegte, ergiebt ſich aus den mitgetheilten Einzelnheiten zur Genüge, zugleich aber auch, welcher Art gewöhnlich die Erfolge waren, die ſolche Beſtrebungen beendigten. Wenden wir uns jetzt zu einem andern Gegenſtande, der wohl eine abgeſonderte Betrachtung verdient, nämlich dazu, in welcher Art man den Stein der Weiſen darzuſtellen hoffte, und überhaupt zu der näheren Berückſichtigung deſſen, was mit der Erlangung des Steins der Weiſen und der Löſung ſonſtiger damit zuſammenhängender und rein alchemiſtiſcher Beſtrebungen in Verbindung ſteht.

Digitized by Google

IV. Anſichten über die Darſtellung des Steins der Weiſen.

Darſtellung des Steins der Weiſen

Die Darſtellung des Steins der Weiſen wird von allen Alchemiſten als im höchſten Grade ſchwierig anerkannt (daher auch der bei ihnen ſehr gebräuchliche Kunſtausdruck in magno opere sudare für Alchemie treiben); es kann ſie indeß nach ihrem Glauben ein Philoſoph entweder aus ſich ſelbſt erfinden, oder er lernt ſie von einem Andern. Beide Lernmethoden ſind ſchwer, denn der Erfolg ſelbſtſtändiger Forſchung hängt nicht von dem Forſcher allein ab, ſondern er muß, wenn er zum Ziel ſeines Strebens gelangen ſoll, dazu prädeſtinirt ſein; darauf, von einem Andern die Bereitung des Steins der Weiſen zu erfahren, konnte gleichfalls nicht mit Sicherheit gerechnet werden, inſofern offene Mittheilung des Geheimniſſes für ſündhaft gehalten wurde, und die verſteckten Andeutungen in den Schriften der Adepten alle von der Art waren, daß ſich aus ihnen kein Leitfaden für die Ausführung der Verſuche ergab.

beruht auf Prädeſtination.

Die Anſicht, daß es auf beſonderer göttlicher Schickung beruhe, wenn Jemand in das Geheimniß der Metallveredlung eingeweiht wird, finde ich zuerſt bei den Alchemiſten des Abendlandes im 13. Jahrhundert ausgeſprochen. Der Fatalismus der Araber mochte diejenigen unter ihnen ſich beruhigen laſſen, die bei dem Verſuche, den Stein der Weiſen darzuſtellen, nicht zum Ziele kamen; bei den chriſtlichen Alchemiſten des Abendlandes aber wird im Gegentheil ein glücklicher Erfolg beſonderer göttlicher Gnade zugeſchrieben. Deßhalb verbieten ſchon Raymund Lull und Arnold Villanovanus die offene Mittheilung als ſündhaft, und der Erſtere ſagt in ſeinem Codicillus von ſich: Nullo modo eam (alchymiam) comprehendere voluimus, donec aliquis spiritus prophetiae, spirans a patre

Digitized by Google

luminum, descendit; und zu Anderen: Operationem habere non poteris, quousque spirituali prius fueris divinitatis meritis comprobatus. — Petrus Bonus von Ferrara, der um 1330—1340 ein alchemiſtiſches Werk unter dem Titel Margarita pretiosa novella de philosophorum lapide ſchrieb, erklärt darin geradezu, menſchlicher Verſtand reiche nicht aus, den Proceß der Metallverwandlung ausfindig zu machen, nur durch unmittelbaren Einfluß der Gnade Gottes könne er erforſcht werden. Thomas Norton ſagt gegen das Ende des 14. Jahrhunderts in ſeinem Crede mihi: Nemo hanc artem potuit assequi, nisi a Deo quis missus fuerit, a quo institueretur. Johann von Tetzen, ein böhmiſcher Mönch, der im 15. Jahrhundert einen Processum de lapide philosophorum in Verſen verfaßte, äußert ſich: Darſtellung des Steins der Weiſen.

Lapis candens fit ex tribus.
Nulli datur nisi quibus
Dei fit spiramine,
Ex matris ventre quos beavit,
Hanc ad artem destinavit
Sacroque sancimine.

Basilius Valentinus und alle Alchemiſten des 16. Jahrhunderts ſtimmen gleichfalls damit überein, daß die Bereitung der Tinctur auf göttlicher Beihülfe beruhe. Inſofern aber dies der Fall iſt, muß es Sünde ſein, die Darſtellung derſelben Anderen zu lehren, welchen die göttliche Gnade mangelt und die des Beſitzes eines ſolchen Geheimniſſes unwürdig ſind.

Schon Raymund Lull im 13. Jahrhundert verſichert uns dieſes. Juro tibi supra animam meam, quod ea (die Geheimniſſe der Alchemie) si reveles, damnatus es, ſagt er in ſeinem Teſtament. Nam a Deo omne procedit bonum, et ei solum debetur. Quare secretum tenebis illud, quod ei debetur revelandum. Quia si revelares brevibus verbis illud, quod longinquo tempore formavit, in die magni judicii condemnareris, nec tibi remitteretur casus laesae majestatis. Zu gleicher Zeit droht auch Arnoldus Villanovanus mit irdiſchen Strafen. Qui revelat secretum artis, ſagt er im Rosario, maledicetur et morietur apoplexia. Der heilige Thomas von Aquino bleibt nicht zurück, und ermahnt, nicht geſchwätzig zu ſein, die Perlen nicht vor die Schweine zu werfen, und das Geheimniß nicht Denen mitzutheilen, welche um irdiſcher Eitelkeit willen darnach trachten. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert ſpart nicht die Klagen, worin er ſeine Reue ausſpricht, alle die hohen Ge- Die Mittheilung derſelben iſt ſündhaft.

Digitized by Google

Darstellung des Steins der Weisen.

heimnisse so offen in seinen Schriften dargelegt zu haben, obgleich wohl schwerlich jemals einem Alchemisten nach seinen Angaben die Bereitung des Steins der Weisen gelungen ist. »Ich habe jetzt genug geredt,« sagt er einmal im Triumphwagen des Antimonii, »und genug gelehret, so klar und deutlich, daß man's mit Schriften nicht besser lehren könnte, es wäre denn, daß einer muthwillig zur Hölle traben und darin versinken wollte, indem er dasjenige von sich ausgehen läßt, was doch vom Schöpfer höchlich verboten ist.« Noch Libavius um 1600 berichtet in seiner Praxis Alchymiae, wie die Alchemisten seiner Zeit fest der Meinung waren, die offene Mittheilung des Geheimnisses werde mit plötzlichem Tode bestraft. Ob es dieser Glaube war, der noch Setonius, Sehfeld und Andere standhaft das Geständniß verweigern ließ, wie sie den Stein der Weisen bereiteten, oder ob eigene Unwissenheit, steht dahin. Kein Alchemist, der sich für einen wahren Besitzer des Geheimnisses ausgab, stellte den Stein der Weisen im Gefängniß oder sonst gezwungen dar — damit nicht Unwürdige in den Besitz der Darstellungsmethode kommen, sagen die Anhänger der hermetischen Kunst, und deuten in diesem Sinne die Worte »Versperrte Katzen mausen nicht«, welche Beuther (Seite 173 u. 203) an die Wand seines Gefängnisses geschrieben hatte, als er darin unter Androhung mit der Folter zum Arbeiten gezwungen werden sollte. — Alle Adepten versicherten, ein Eid bände ihre Zunge; den Alchemisten Stahl (Seite 177) entband zwar der Kurfürst von Trier kraft seiner erzbischöflichen Gewalt von diesem Eid, aber die Entdeckung des Darstellungsprocesses wurde dadurch nicht bewirkt.

Reisen, um sie kennen zu lernen.

Bei dem namentlich in den früheren Zeiten allgemein anerkannten Glauben an Prädestination blieb es doch jedem Alchemisten unverwehrt, sich für auserwählt zu halten und alle seine vergeblichen Bemühungen nur als vorübergehende Prüfungen zu betrachten. Dabei gaben sie auf alle Weise Gelegenheit, daß ihnen der Lohn zu Theil werden könne, namentlich durch Reisen, um Jemand zu treffen, der sie als Auserwählte anerkenne und ihnen offene Mittheilung zu machen wage. Reisen war von früher Zeit her schon das Mittel, durch welches Viele in den Besitz des Steins der Weisen kommen wollten. So gestand schon Georg Ripley um 1470, seine Kenntnisse nur durch langes Reisen erlangt zu haben. So durchreiste Graf Bernhard von Trevigo von 1452 bis 1472 Italien, Spanien, England, Schottland, die Niederlande, Frankreich, Deutschland,

Digitized by Google

Griechenland, die Barbarei, Aegypten, Paläſtina und Perſien, et je despendy en ces choses, — ſagt er in ſeinem Opuscule tres-excellent de la vraye philosophie naturelle des métaux, — bien dix mille trois cents escus, et fuz en moult grande pauureté, et n'auoys plus guerres d'argent. Et tousiours je cherchois si puisse nulluy trouuer qui me peult conforter. So erzählt uns auch Trismoſin im Aureum vellus ſeine Wanderſchaft ſelbſt, und die Menge der fahrenden Alchemiſten, welche ſich von dem Ende des 15. bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts umhertrieben, bezeugt, wie dieſes Mittel, die Erlangung des Steins der Weiſen zu verſuchen, in Aufnahme kam. Jean d'Eſpagnet, Stadtpräſident zu Bordeaux, der um 1600 lebte und ein bei den Alchemiſten hochgeachtetes Werk, Arcanum hermeticae philosophiae, ſchrieb, verſichert auch ausdrücklich, wer den Stein der Weiſen bekommen wolle, müſſe eine große Reiſe vornehmen und Oſt- und Weſtindien beſehen, um von dort die köſtlichſten Edelgeſteine und das reinſte Gold mitzubringen.

Darſtellung des Steins der Weiſen.

Wer aber nach dem Stein der Weiſen verlangt, kann nicht immer auch ſolche Reiſen unternehmen. Andere verſuchten daher es kürzer zu machen, und ich habe ſchon oben davon geſprochen, wie zudringlich oft den Alchemiſten, namentlich wenn ſie in die Gewalt Mächtiger gefallen waren, zugeſetzt wurde, um das Recept zur Darſtellung der Tinctur offen mitzutheilen. Unbegreiflich ſcheint es, wie man durch Verſprechen einer Belohnung Adepten überreden zu können glaubte, das Mittel, Gold in's Unendliche darzuſtellen, anzugeben; und doch ließ Kaiſer Ferdinand III., alser ſich 1648 von der Wirkſamkeit des Steins der Weiſen überzeugt hatte (Seite 171), den Verfertiger der von ihm bewunderten Subſtanz öffentlich auffordern, ſich bei ihm zu melden, und verſprach ihm noch dazu hunderttauſend Reichsthaler Belohnung.

Verſprechungen, um ſie kennen zu lernen.

Weltliche Mittel, Verſprechungen und Drohungen, reichten nicht aus, zur Kenntniß, wie man den Stein der Weiſen darſtellt, zu verhelfen. Die Alchemiſten, welchen dieſe ohnehin gewöhnlich nicht zu Gebote ſtanden, ſuchten oft geiſtige Mittel geltend zu machen, um ſich die Entdeckung des Steins der Weiſen zu ſichern, und die Umſtände aufzufinden, welche dieſe erſchweren; ſie legten ſich deßhalb beſonders auf die Aſtrologie, oder verſchmähten auch cabbaliſtiſche und magiſche Mittel, einige ſelbſt das Anrufen böſer Geiſter nicht, wenn ſie davon Förderung ihrer alchemiſtiſchen Beſtrebungen erwarteten.

Digitized by Google

Darstellung des Steins der Weisen. Zuziehung astrologischer und magischer Hülfsmittel.

Die Astrologie steht seit langer Zeit in Verbindung mit der Alchemie; der erste Schriftsteller, welcher von der letztern spricht, Julius Maternus Firmicus in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts, macht ihre Ausübung von der Stellung des Mondes zu einem Planeten in der Stunde der Geburt abhängig (Seite 4). Geber im 8. Jahrhundert, wo er von den Schwierigkeiten der Alchemie spricht, zählt hierzu besonders den Einfluß der Gestirne auf die Metalle, weil wir diesen nicht kennen und jedenfalls nicht nach Willen lenken können. Arnold Villanovanus im 13. Jahrhundert hat besonders der Stellung der Gestirne viel Einfluß auf das Gelingen der chemischen Operationen zugeschrieben, und ein eigenes Buch de sigillis (über Amulete) verfaßt, welche die Wirkungen der Constellationen und auch der bösen Geister zu nichte machen sollen. Die astrologisch-alchemistischen Ansichten fanden um so mehr Verbreitung, da die Planeten und Metalle mit gleichen Namen benannt wurden (was gleichfalls eine sehr frühe Annahme einer Wechselwirkung zwischen ihnen anzeigt), und da deßhalb chemische Meinungen leicht für astrologische und umgekehrt gehalten werden konnten. Noch Paracelsus im 16. Jahrhundert sagt in seinem Tractat de tinctura physicorum: »Wenn du nicht verstehst, was der Cabbalisten Gewohnheit und der alten astronomorum Brauch ist, so bist du weder von Gott in die Spagirei geboren, noch von Natur zu Vulcani Werk erkoren.«

Das Anrufen der bösen Geister paßt zwar wenig zu der Frömmigkeit, welche fast alle Alchemisten zur Schau tragen, wurde indeß doch manchmal in der Verzweiflung versucht. Als z. B. der Engländer Kelley (Seite 197 u. 203) zu Prag in Kaiser Rudolph's Händen war, und nun einmal den Stein der Weisen nolens volens schaffen sollte, beschwor er mit Dr. Dee's Hülfe die infernalischen Mächte, die ihm aber nicht halfen. Einige Alchemisten hatten die Dämonen in ihrer Gewalt, und führten sie in mancherlei Gestalt mit sich herum. So zeigte Thurneysser zu Berlin (Theil I. Seite 109) seinen gefangenen Teufel als eine kleine Gestalt in einem Gläschen. Als er von Berlin 1584 fliehen mußte, kam man in den Besitz dieses bösen Geistes, der sich indeß als ein in Oel aufbewahrter Scorpion auswies. Bragadino (Seite 201) hatte über zwei Dämonen Gewalt, die ihn in Gestalt von schwarzen Bullenbeißern begleiteten. Beide wurden bei der Hinrichtung ihres Herrn zu München 1590 nach Urtheil und Recht unter dem Galgen erschossen. Ein Mailänder Borri

Digitized by Google

(oder Burrhus), welcher von 1665 bis 1750 bei Friedrich III. von Dänemark Leibalchemist war, hatte gleichfalls einen böſen Geiſt zu Dienſten ſtehen, der aber nur auf Beſchwörung ſeines Herrn erſchien und dieſem bei ſeinen chemiſchen Operationen guten Rath gab. Dem Borri konnte man ſo etwas zutrauen, denn er war ohnehin vom Papſt wegen Ketzerei in den Bann gethan. Dieſer Geiſt hörte auf den Namen homunculus, und war an das Laboratorium gebannt, welches ſich Borri vor Kopenhagen errichtet hatte; als der König dieſe Anſtalt mehr in der Nähe zu haben wünſchte, mußte das ganze Laboratoriumsgebäude durch Maſchinen über den Wall gehoben werden. Solches geſchah um 1670.

Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller.

Ausführlicher können wir indeß hier nur von den alchemiſtiſchen Arbeiten reden, bei welchen man ſich irdiſcher Mittel, und zwar beſonders chemiſcher, bediente, um den Stein der Weiſen zu erlangen. Die meiſten Alchemiſten arbeiteten auch mehr im Laboratorium, als daß ſie ſich mit Teufelbannen abgaben; ſie arbeiteten nach eigenen Anſichten oder nach den älteren Autoren, ſo gut ſie dieſe verſtanden. In letzterer Beziehung war für ſie ein großes Hinderniß, daß die meiſten Schriftſteller vollkommen unverſtändlich ſchrieben, und die beſten Autoritäten nichts weniger als übereinſtimmend ſind.

Hinſichtlich des letztern Punktes bekommt man ein Urtheil, wenn man ſich eine beſtimmte Frage zu beantworten ſucht, z. B.: giebt es nur Einen Stein der Weiſen, oder haben verſchiedene Subſtanzen die metallveredelnde Kraft? Die älteren griechiſchen Schriftſteller laſſen die Wahl zwiſchen den heterogenſten Dingen, um die Verwandlung in Gold zu bewerkſtelligen. Primeln- und Rhabarberſaft, Bleiglätte, Schwefel, Spießglanz und alles mögliche wird vorgeſchrieben, um aus Queckſilber Gold zu machen. Die abendländiſchen Alchemiſten gebrauchen dazu nur den Stein der Weiſen, aber einige ſagen, es gäbe nur Einen, wie z. B. Raymund Lull im Teſtament verſichert: Dicimus, quod non est nisi unus lapis philosophicus, und Arnold Villanovanus im Rosarius: Est lapis Unus, während Iſaac Hollandus ſich in ſeinem Werke de triplici ordine Elixiris et Lapidis theoria weitläufig äußert, daß es einen mineraliſchen, vegetabiliſchen und animaliſchen Stein gebe, und außerdem auch noch einen zuſammengeſetzten. Alle aber thun gute Wirkung. Giebt es nun Einen Stein oder mehrere?

Digitized by Google

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Die Dunkelheit der alchemistischen Werke war im vorigen Jahrhundert fast zum Sprüchwort geworden, und die hermetische Literatur, namentlich der späteren Zeit, ist fast durchgängig von einer Art, daß die Beschäftigung damit zu den unangenehmeren gehört. Die Confusion der Ideen zeigt sich meist schon in den Aufschriften dieser Werke, von welchen viele so originell sind, daß ein paar hier als Repräsentanten der Bücherfabrication aus dem 17. und 18. Jahrhundert erwähnt werden mögen. 1649 erschien ein »Hauptschlüssel zu dem eröffneten philosophischen Vaterherz«; zu derselben Zeit ein »Kinderbett des Steins der Weisen«. Sich in den hermetischen Kunstgriffen geübter zu machen, hilft Einem so wenig die »philosophische Jägerlust und Nymphenfang« (1679), als »der brennende Salamander und der aufgeweckte Chymist«. Um nichts klarer ist »die hellscheinende Sonne am alchymistischen Firmament des deutschen Horizonts«, 1705. — Diese Proben werden genügen.

Aber nicht bloß Werke der letztern Art, welche einer spätern Zeit ihre Entstehung verdanken, sind dunkel, sondern die Unverständlichkeit in der Beschreibung der Methoden zur Darstellung des Steins der Weisen ist im Allgemeinen um so größer, je weiter man zurückgeht, und man kann auch sagen, je berühmtere Autoritäten man befragt. Dunkel mußten aber auch die wahren Adepten schreiben, weil offene Mittheilung sündhaft ist. Daher verstand es sich von selbst, daß jede verständlichere Stelle eines Adepten mit Mißtrauen angesehen wurde, hauptsächlich auch, weil man bei der Ausführung der deutlicher beschriebenen Processe sicher keinen Stein der Weisen bekam. Deßhalb sagt noch 1684 Wilhelm von Schröder, ein damals sehr angesehener Alchemist, in seinem »nothwendigen Unterricht vom Goldmachen«: »Wo die Philosophen aperte reden, da ist ein Betrug dahinter; wo sie aber aenigmatice reden, da denke ihnen nach.« Da wäre nun viel nachzudenken, denn Alles, was von den ältesten Zeiten der Alchemie an bis zu dem 18. Jahrhundert über die Darstellungsweise des Steins der Weisen geschrieben wurde, ist so aenigmatice als irgend möglich. Ich meine hier nicht die Verheimlichung einzelner chemischer Processe unter dunkeln Benennungen (wie z. B. Basilius Valentinus von der Läuterung des Goldes durch Spießglanz oft so spricht, daß er sagt, man solle den rothen Löwen dreimal durch den grauen Wolf jagen, und Aehnliches), sondern von der Andeutung der ganzen Bereitung des Steins der Weisen. Diese sind oft wirklich sehr räthselhaft. Der Tabula sma-

Digitized by Google

Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller.

ragdina, welche ich oben (Seite 147) mittheilte, kann man dies nicht anders nachſagen; die anderen klaſſiſchen Anweiſungen zur Goldfabrication ſind noch lakoniſcher. Die *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* des angeblichen Democrit's enthalten das Geheimniß in ein paar Worten, welche von Jenes Lehrer, dem großen Oſthanes, herrühren ſollen. Die ganze Mittheilung iſt:

Ἡ φύσις τῇ φύσει τέρπεται (die Natur erfreut ſich der Natur)
Ἡ φύσις τὴν φύσιν νικᾷ (die Natur beſiegt die Natur)
Ἡ φύσις τὴν φύσιν κρατεῖ (die Natur beherrſcht die Natur)

Wer dieſes Geheimniß nicht verſteht, der kann ſich an einer andern Schrift verſuchen, welche Syneſius mitgetheilt hat, und die unter dem Namen der Memphitiſchen Tafel bekannt war:

ΟΥΡΑΝΟ · ΑΝΩ · ΟΥΡΑΝΟ · ΚΑΤΩ (Himmel oben, Himmel unten)
ΑΣΤΕΡΑ · ΑΝΩ · ΑΣΤΕΡΑ · ΚΑΤΩ (Sterne oben, Sterne unten)
ΠΑΝ · ΑΝΩ · ΠΑΝ · ΤΟΥΤΟ · ΚΑΤΩ (alles oben, alles dieſes unten)
ΤΑΥΤΑ · ΛΑΒΕ · ΚΑΙ · ΕΥΤΥΧΕ (dieſes nimm und werde glücklich)

Im Laufe der Zeit werden die Vorſchriften zur Darſtellung des Steins der Weiſen länger, aber nicht gerade deutlicher. Aus dem 13. Jahrhundert gebe ich als Probe das IX. Kapitel aus dem Teſtament des Raymund Lull, welches überſchrieben iſt de praeparatione lapidis, und ſich durch verhältnißmäßig große Klarheit auszeichnet: Praeparatio lapidis est, quod recipias de succo lunariae, et sudorem ejus extrahe cum igne parvo et leni, et habebis in tuo posse unum de argentis vivis nostris in liquore et forma aquae albae, quae est ablutio et purgatio lapidis nostri et totius ejus naturae. Et istud est unum de principalioribus secretis, et est prima porta. In isto liquore rectificatur magnus Draco, et projicitur a magno deserto Arabiae, quia immediate suffocaretur prae siti et periret in mari mortuo. Verte igitur ipsum et mitte in regnum Aethiopiae, unde naturaliter nativus est; quia dicimus quod nisi vertatur, et ponatur in terra sua, recedet et aliam intrabit regionem. Quare de certo scias, quod omne aliud clima vel alia regio nostro lapidi mortem affert, velato non scientibus ac ignorantibus, et per nos cognito. Hiernach zu arbeiten, iſt ſchwer. — Gehen wir weiter vor, bis zu 1600, ſo giebt uns z. B. das Arcanum hermeticae philosophiae von Jean d'Eſpagnet folgende Anweiſung: »Nimm eine geflügelte Jungfrau, die da wohl gewaſchen und gereinigt iſt, und von dem geiſtlichen

Digitized by Google

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Samen ihres ersten Mannes, wiewohl ohne Verletzung der Jungfrauschaft, schwanger sei; dieselbe vermähle ohne Verdacht des Ehebruchs dem andern Manne, so wird sie aus seinem körperlichen Samen abermals empfangen, und endlich ein ehrwürdig Kind (nämlich den Stein der Weisen), das beiderlei Geschlechts ist, gebähren.« Zu jener Zeit kam man auch auf die Idee, die Bereitung des Steins der Weisen in Büchern zu lehren, worin kein Buchstabe zu finden ist. Das Buch, betitelt Liber mutus, gehört hierher; es enthält Nichts als eine Reihe von Abbildungen. Im Anfang sind sie verständlich; der Alchemist und sein Weib spannen Tücher aus, um das Regenwasser aufzufangen und den spiritus mundi daraus zu destilliren. Bald aber werden die Abbildungen unerklärbar, und erst das letzte Blatt, wo der Alchemist und sein Weib dankbar auf den Knien liegen, sagt wieder etwas Deutliches aus: daß sie ihr Ziel erreicht haben.

Solchergestalt sind die Lehren, welche die als Adepten anerkannten alchemistischen Schriftsteller fast durchweg für die Bereitung des Steins der Weisen geben. Wenn deutlichere Vorschriften vorkommen, und ich werde im Folgenden einige mittheilen, da gehen sie stets von Alchemisten aus, die nie eines besondern Adeptenrufs sich erfreuten; denn ihre Angaben können geprüft werden, und dann erweisen sie sich als falsch, was den eigentlichen Adepten nie zustoßen kann.

Noch mehr unwiderlegliche Angaben von der obigen Sorte anzuführen, wäre unnütz; vergeblich wäre auch ein Versuch, die so oft dabei vorkommenden figürlichen Bezeichnungen erklären zu wollen, da mit den meisten wohl nie ein bestimmter Begriff verbunden war. Nur im Allgemeinen will ich andeuten, welche Vorstellung sich die meisten Alchemisten von der Darstellung der Tinctur gemacht zu haben scheinen. Die anerkanntesten Autoritäten weichen aber zu sehr von einander ab, als daß nicht der folgenden Darstellung viele Einwürfe aus berühmten Schriftstellern entgegengehalten werden könnten; ich kann indeß unmöglich hier auf alle diese Widersprüche Rücksicht nehmen.

Darstellung des Steins der Weisen.

Um den Stein der Weisen darzustellen, muß man zuerst die richtige Materie haben, deren weitere Bearbeitung ihn hervorbringt. Diese heißt Materia prima cruda oder remota, auch terra virginea, terra Adamica u. s. w. Aus ihr gewinnt man den Mercur der Weisen, eine Substanz, in welcher die Alchemisten das mercurialische und schwefligе

Digitized by Google

Princip (was sie auch oft den weiblichen und männlichen Samen nennen) in größter Reinheit enthalten glaubten. Der Mercurius philosophorum heißt auch sonst noch die Materia prima matura oder proxima; Chaos; Azoth; bei Raymund Lull und Arnold Villanovanus auch succus lunariae; außerdem noch Jungfernmilch; nutrix; leo viridis (diese Bezeichnung »der grüne Löwe« ist eine der häufigeren; schon Roger Baco schrieb ein Verbum abbreviatum de leone viridi, nach welchem es scheint, als ob die Farbe des Grünspans den ersten Anlaß zu der Benennung gegeben habe); draco devorans, congelans et mortificans caudam suam; venenum; locus desertus, und was er sonst noch für Namen haben mag. Dieser Mercur der Philosophen ist von dem gewöhnlichen Quecksilber ganz verschieden; er enthält aber die Bedingungen, durch welche Metalle überhaupt entstehen (nämlich das mercurialische und das schwefligе Princip in größter Intensität); zu ihm setzt man einen Stoff, welcher die in ihm enthaltene Kraft in Einer bestimmten Weise sich äußern läßt; man setzt zu ihm philosophisches Gold, welches gleichfalls von dem gemeinen Gold verschieden ist. Der Mercurius philosophorum wird mit dem Auro philosophorum vermischt, und die Mischung, vor dem Zutritt der Luft geschützt, längere Zeit bei geringer Wärme digerirt. Dabei muß das Gefäß, in welchem diese Operation vor sich geht, eine ganz bestimmte Form haben, und über die beste Form, die das ovum philosophicum, wie es genannt wurde, besitzen soll, ist viel geschrieben worden, ebenso wie über die Gestalt des Ofens, in welchem die Digestion vorzunehmen ist. Diese Operation heißen die Alchemisten die Cineration, Putrefaction, Corruption oder Tödtung der Materie; man erhält nun einen schwarzen Körper, welcher Caput corvi, das Rabenhaupt, genannt wird. Man setzt die Digestion noch länger fort, und dann verwandelt sich der schwarze Körper in einen weißen. Dieser Proceß heißt die Albification, Reinigung, Resurrection u. s. w., der erhaltene Stoff selbst der weiße Schwan. Man giebt nun stärkeres Feuer, die Materie wird gelb und endlich glänzend roth, womit die Darstellung des Steins der Weisen in größter Vollkommenheit beendigt ist.

Darstellung des Steins der Weisen.

Als das schwerste bei allen diesen Operationen wird die Auffindung der Materia prima cruda angesehen, obgleich alle Autoren übereinstimmen, sie sei eine sehr gemeine Substanz; wenn diese einmal bekannt ist, meint

Aufsuchung der Materia prima.

Digitized by Google

Aufsuchung der Materia prima.

Isaac Hollandus, so ist die ganze Darstellung des Steins der Weisen nur ein opus mulierum et ludus puerorum. Die meisten Alchemisten kamen auch bei ihren Arbeiten nicht über diesen ersten Versuch hinaus, und eine Uebersicht ihrer derartigen Bestrebungen trägt nicht wenig dazu bei, einen Begriff über die alchemistischen Arbeiten überhaupt zu geben.

Es läßt das bisher Angeführte schon erkennen, welche Unsicherheit während der ganzen Dauer der Alchemie hinsichtlich der Materia prima geherrscht hat. Wir wollen den Zeitraum nur kurz berücksichtigen, wo man Metallfärbung für Metallveredlung nahm, aber die späteren Ansichten über die Natur der Materia prima etwas genauer betrachten.

Die ältesten Alchemisten sahen die Veränderung der Farbe eines Metalls als Verwandlung des Metalls selbst an; demgemäß arbeiteten sie mit Substanzen, welche die Farbe eines Metalls verändern können, namentlich mit Galmei und Arsenik. Das war nun zwar nicht die eigentliche Alchemie, auf deren Bestrebungen wir gleich zurückkommen, allein die Vorschriften jener alexandrinischen Schriftsteller übten bis auf unsere Zeit den größten Einfluß auf die Arbeiten der Hermetiker aus. So z. B. glaubte man die Materia prima durch folgendes alte Sylbenräthsel angedeutet:

Ἔννεα γράμματ' ἔχω, τετρασύλλαβος εἰμὶ, νόει με·
Αἱ τρεῖς μὲν πρῶται δύο γράμματ' ἔχουσιν ἑκάστη,
Αἱ λοιπαὶ δὲ τὰ λοιπὰ· καὶ εἰσιν ἄφωνα τὰ πέντε·
Οὐκ ἀμύητος ἔσῃ τῆς παρ' ἐμοὶ σοφίας.

(Neun Buchstaben hab' ich, viersylbig bin ich, versteh' mich;
Von den ersten drei Sylben hat jede zwei Buchstaben,
Die andere die anderen, und fünf sind Consonanten.
Es verstehend, wirst du durch mich der Weisheit theilhaftig werden.)

Dieses Räthsel wurde lange auf ἀρ-σε-νι-κόν (Arsenik) gedeutet, und wahrscheinlich sollte auch dieser Stoff, der Kupfer silberweiß färbt, damit angezeigt sein. Später indeß, wo man sah, daß der Stein der Weisen aus Arsenik nicht erlangt wird, wo die Ansicht sehr allgemein angenommen wurde, die Materia prima müsse ein Metall sein, suchte man dem Räthsel eine andere Deutung unterzulegen, und für die Alchemisten war somit die Entdeckung des Jenaer Professors Georg Wolfgang Wedel (geboren zu Glossen in der Niederlausitz 1645, gestorben zu Jena 1721) sehr wichtig, die Lösung könne auch κα-σί-τε-ρος (Zinn) sein. Auch im Zinn fand man nichts, und zudem setzt Wedel's Auflösung einen orthographi-

Digitized by Google

schen Fehler (κασσίτερος heißt es richtig) voraus. Die Repräsentanten der hermetischen Gesellschaft, die ich unten ausführlicher besprechen werde, kamen am Ende des vorigen Jahrhunderts wieder auf das alte Räthsel zurück; sie glaubten die richtige Auflösung in ἀμ-πε-λῖ-τις zu finden, was eigentlich eine Art unreines Erdpech bedeutet, womit die Alten die Weinstöcke zum Schutz vor Ungeziefer bestrichen. Jene Alchemisten deuteten es als Steinkohlentheer, und meinten, in den Steinkohlen sei eigentlich die durch das alte Räthsel angezeigte Materia prima zu suchen. Aufsuchung der Materia prima.

Von 1200 an etwa suchte man den Stein der Weisen vorzugsweise durch die Behandlung metallischer Substanzen darzustellen. Georg Ripley, im 15. Jahrhundert, spricht sich über den Grund am deutlichsten aus, weßhalb er die Vorschrift giebt: Gold und Silber nicht außerhalb ihres Geschlechts zu suchen. In allen Metallen ist ein Princip, welches ihnen den Charakter der Metallität mittheilt; es ist der Mercur der Weisen, der vorzüglich in den edlen Metallen und im Queckſilber enthalten ist. Bereicherung eines unedlen Metalls mit diesem Princip ist Veredlung desselben. Zieht man also aus irgend einem Metall das metallische Princip aus, steigert man seine Kraft durch Läuterung und stellt so die Quintessenz der Metallität dar, so hat man den Stein der Weisen, der auf unedle Metalle gebracht, diese in edle verwandelt. In Metallen.

Viele Alchemisten suchten geradezu die Quintessenz aus dem Golde (seinen Samen) auszuziehen; auf ihre Bemühungen werde ich später zurückkommen, da sie mehr den Mystikern angehören.

Viele Andere aus dem Queckſilber, und schon seit dem 13. Jahrhundert war der Ausspruch: In Mercurio est quicquid quaerunt Sapientes, allgemein anerkannt, nur daß Einige unter dem Mercur den gemeinen verstanden, während Andere unter ihm den philosophischen gemeint wissen wollten. Im Queckſilber.

Von den eigentlich hermetischen Arbeiten mit Queckſilber, wodurch der Stein der Weisen dargestellt werden soll, sind diejenigen zu unterscheiden, wo man nur beabsichtigte, dem Queckſilber ohne Zusatz eines andern Metalls seine Flüchtigkeit und Flüssigkeit zu benehmen und ihm zugleich seine metallische Eigenschaft zu erhalten, oder auch, Metallamalgame hart zu machen, so daß aus ihnen ganz das zugesetzte Metall wird. Von diesem Streben urtheilte Boerhave 1732: Qui potest, bonus erit, et forte dives, artifex; qui tentat, sudabit algebitque. Doch wollte noch 1785

Digitized by Google

Aufſuchung der Materia prima. Im Queckſilber.

eine Frau von Orbelin zu Paris, welche ſich viel mit alchemiſtiſchen Arbeiten beſchäftigte, die Fixirung des Queckſilbers entdeckt haben, ſo daß es erſt in ſtarkem Feuer ſchmelze und bei keinem Hitzegrad flüchtig ſei. Ihr Verfahren ſoll ſehr einfach geweſen ſein, doch hat ſie es nicht angegeben.

Genauere Angaben haben wir indeß, wie man aus Queckſilber den wahren Stein der Weiſen darſtellt, und einige davon will ich hier kurz mittheilen. Man bekommt zwar danach nicht den Stein der Weiſen, aber doch eine Anſicht, mit welcher Keckheit ganz unwahre Thatſachen für wahre ausgegeben wurden.

Johann von Roquetaillade (gewöhnlicher Rupesciſſa genannt), ein Minoritermönch, welcher um die Mitte des 14. Jahrhunderts zu Aurillac in Frankreich lebte, und von welchem ein liber de consideratione quintae essentiae rerum omnium und ein liber lucis vorhanden iſt, lehrt Folgendes: Queckſilber wird mit Salpeter und römiſchem Vitriol ſublimirt, der Sublimat mit Eſſig deſtillirt, der Rückſtand in Scheidewaſſer geworfen, welchem Salmiak zugeſetzt iſt; der weiße Bodenſatz ſublimirt, wieder mit Scheidewaſſer und Salmiak behandelt, und dieſe Operation einigemal wiederholt. Dann wird dem Sublimat Schwefel (aber sulphur vivum et invisibile) zugeſetzt, und deſtillirt; aus dem Deſtillat wird mit brandigem thieriſchem Geiſt ein ſchwärzlicher Niederſchlag erhalten, welcher ſchon für ſich Queckſilber, Eiſen, Kupfer, Blei und Zinn in Silber verwandeln ſoll; dieſer Niederſchlag für ſich gebrannt, wobei er erſt weiß, dann roth wird, und dann mit Queckſilber erhitzt, verwandelt dies in Gold, und bewährt ſich ſo als den wahren Stein der Weiſen.

Trismoſin (gegen 1500) giebt im Aureum Vellus folgende Vorſchrift: Man ſublimirt Queckſilber mit Alaun, Salpeter und Kochſalz, und ißt dabei dickgeſchmiertes Butterbrod, damit die Dämpfe nicht ſchaden. Der Sublimat wird mit Spiritus ſo oft deſtillirt, und das Deſtillat immer zurückgegoſſen, bis der Sublimat mit überdeſtillirt. Dies Deſtillat iſt nun der Mercurius der Weiſen. Zu ihm wird dünngeſchlagenes Gold geſetzt, was darin wie Schmalz zergeht. Die Hälfte von dem zergangenen Golde läßt man mit Alkohol 15 Tage lang putrificiren, ſo wird es roth und zu Löwenblut. Dieſes verſetzt man mit der andern Hälfte zergangenes Gold, und digerirt in gut verſchloſſenen Kolben, ſo wird das Gemiſch nach einander ſchwarz, grau, weiß, gelb, roth. Die Subſtanz, welche man ſo erhält, auf tauſendmal ſo viel geſchmolzenes Gold oder erhitztes Queck-

Digitized by Google

ſilber gethan, verwandelt dieſe in den wahren Stein der Weiſen, womit man dann Zinn, Blei, Kupfer, Eiſen in gutes Gold veredlen kann. Aufſuchung der Materia prima.

Die Alchemiſten ſpäterer Zeit beklagten ſich bitter, daß ſich die Sache nicht ſo ausführen laſſe. Einige meinten, es ſei eine weſentliche Zuthat nicht genannt, andere hielten den ganzen Proceß für erfunden, und behaupteten, die Materia prima ſtecke gar nicht im Queckſilber noch in den anderen Metallen, und Roger Baco habe Recht, wenn er dieſe Klaſſe von Körpern zur Darſtellung des Steins der Weiſen gänzlich verwarf. Dieſer ſagt nämlich ausdrücklich, daß man aus Gold und Silber, ihrer Fixität wegen, nichts herausbringen könne, die anderen Metalle aber ſeien zu unvollkommen und arm, und Niemand gebe, was er nicht habe. Die Alchemiſten ſuchten alſo die Materia prima in anderen Körpern; weniger auf irgend eine Theorie vertrauend, forſchten ſie vielmehr empiriſch nach der erſten Materie, indem ſie Subſtanzen unterſuchten, mit welchen anerkannte Adepten ſich viel beſchäftigt hatten.

Da Baſilius Valentinus ſich ſo viel mit dem Antimon zu thun gemacht hatte, ſo wurde dieſe Subſtanz von Vielen für die Materia prima angeſehen und demgemäß bearbeitet. Andere hielten dafür, daß man Baſilius' Worte wörtlich nehmen dürfe; er ſpricht viel vom gebenedeiten Vitriol, und darunter glaubte mancher den gemeinen Vitriol verſtanden, und unter ſeinem Deſtillationsproduct den Mercur der Weiſen. Daß der Vitriol die Materia prima ſei, ſchien auch durch mehrere Buchſtabenräthſel angedeutet, welche von Baſilius herrühren. Davon heißt eins z. B. Visitando interiora terrae rectificandoque invenies occultum lapidem, veram medicinam, wo die Anfangsbuchſtaben zuſammengeleſen Vitriolum geben. Im Vitriol.

Ueber dieſe Arbeit mit dem Vitriol will ich hier einen ausführlicheren Proceß einrücken, welchen Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim in ſeiner Schrift de occulta Philosophia (um 1510) als ganz ſicher anführt. Im Weſentlichen iſt ſeine Vorſchrift folgende: Römiſcher Vitriol wird ſchwach calcinirt und deſtillirt. Das Deſtillat iſt der Mercur der Weiſen. Der Rückſtand wird mit Waſſer ausgekocht, filtrirt und abgedampft, ſo bleibt eine weiße Erde. Dieſe wird mit dem Mercur der Weiſen vermiſcht, und die Miſchung 8 Tage lang digerirt (Conjunction). Dann wird zur Trockne abdeſtillirt, auf das rückſtändige abermals Mercurius gegoſſen, und die Operation ſo oft wiederholt, bis nach der letzten Deſtillation ein Bischen von dem Rückſtand, auf glühendes Blech geworfen, ganz und gar verraucht.

Digitized by Google

Auffuchung der Materia prima. Im Vitriol.

Während dieser Reihe von Imbibationen und Destillationen wird die Masse grau und schwarz (Putrefaction), zuletzt aber wieder weiß (Albification). Nun giebt man starkes Feuer; dann sublimirt die ganze Masse (der weiße Schwan fliegt auf, und wird zur Terra foliata). Die Terra foliata nochmals mit Mercur der Weisen vermischt und erhitzt, schmilzt nun wie Wachs. Von dieser wachsflüssigen Tinctur Ein Theil auf zehn Theile fließendes Gold gegeben, verwandelt dies in den Stein der Weisen. — Wenn dies Alles nicht eintrifft, so liegt die Schuld an dem Arbeiter.

Dieser Proceß wollte Niemand gelingen; der Erfinder selbst scheint nicht viel Vortheil daraus gezogen zu haben, wie sein Ende (Seite 214) bewies.

Da viele solcher Versuche nicht glücken wollten, so forschten endlich die Alchemisten in allen Substanzen des Mineralreichs, oft nur auf die vagesten Angaben älterer Schriftsteller hin. Des Arnoldus Villanovanus Aussage in dem Rosarium: Qui scit salem et ejus solutionem, ille scit secretum occultum antiquorum sapientum, ließ viele in dem gemeinen

Im Salz.

Salz die Materia prima erblicken, und zu mehrerer Sicherheit beriefen sie sich auch auf den 34. Vers des 14. Kapitels im Lucas, wo es heißt: „Es ist eine gute Sache, das Salz“. Odomar, ein Mönch zu Paris, der um 1350 seine Practica artis schrieb, ist der älteste Alchemist, der aus dem Kochsalz den Stein der Weisen darstellen wollte. Quercetanus um 1600 vertheidigte die Abstammung des Namens Alchemie von ἅλς und χημεία, weil in dem Salz das große Geheimniß der Chemie verborgen sei, und noch 1615 bezeugte der Almosenier Ludwig's XIII. von Frankreich, Gabriel de Chataigne, in seinem Grand Miracle de la Nature métallique, daß er selbst die Wirkung einer aus Meersalz dargestellten Tinctur erprobt habe.

In der Luft.

Andere glaubten, da die Materia prima so schwer zu erhalten sei, müsse sie wohl das flüchtigste aller Wesen sein. Diese suchten sie in der Luft. Sie wollten aus dieser etwas abscheiden, was sie den Spiritus mundi nannten, und zu dessen Gewinnung man verschiedene Mittel anwandte. Der Amtmann Baldewein (bekannter unter dem latinisirten Namen Balduinus) sättigte (1674) Kreide mit Salpetersäure, und rauchte zur Trockne ab. Das Salz zog aus der Luft Feuchtigkeit und nach Balduin's Meinung den Spiritus mundi an, diesen destillirte er mit dem Wasser ab, und verkaufte die so erhaltene concentrirte Lösung des geheimnißvollen Körpers zu 12 Sgr. das Loth. Andere arbeiteten mit Thau (und über den

Digitized by Google

Maithau legte deßhalb der Engländer Thomas Henshaw der Londoner Societät noch 1665 eine chemische Untersuchung vor), mit Regen- und Schneewasser, sogenannter Sternschnuppenmaterie und anderen Substanzen, von denen sie glaubten, daß sie bei ihrem Durchgang durch die Luft den edlen Stoff sich angeeignet haben könnten; mit Kröten, Schlangen und Eidechsen, namentlich den goldgefleckten, weil diese Thiere lange ohne Nahrung ausdauern können, sich also von der Luft nähren, und das flüchtige Princip der Luft in sich verdichten. Aufsuchung der Materia prima. In der Luft.

Als der Unsinn diesen Grad erreicht hatte, so erdachte man bald noch andere Stoffe, aus welchen der Stein der Weisen darzustellen sein möchte. Einige waren der Ansicht, in der Erde, der Mutter alles Mineralischen, müsse auch die erste Materie des Steins der Weisen anzutreffen sein; sie nahmen den Ausdruck terra virginea sehr wörtlich, gruben knietief Erde aus, die also ihrer Meinung nach noch nie berührt und jungfräulich war, und machten sich an's Werk. Diese Bezeichnung des Steins der Weisen als terra virgo oder terra virginea gab noch zu manchem andern Irrthum Anlaß; so behauptete einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, Fr. J. W. Schröder, sie habe sich früher zu Colchis vorgefunden, und in weit entfernter Zeit sei dort bereits mit ihrer Hülfe Alchemie getrieben worden, wobei er sich auf des Plinius Naturgeschichte, Buch 33, Kap. 3, berief, wo dieser sagt: Iam regnaverat in Colchis Salauces et Esubopes, qui, terram virginem nactus, plurimum argenti aurique eruisse dicitur in Samnorum gente, et alioquin velleribus aureis inclyto regno. — Aber die rechte terra virgo wollte sich nicht finden lassen. In der Erde.

Andere wählten die Stoffe zum Gegenstand ihres Suchens, welche die Erde in sich bereitet, wie Salpeter und ähnliche. Der Salpeter besonders fand viele Bearbeiter, weil Sendivogius die Materia prima einen Salniter nennt (ob er gleich sonst auch, hiermit im Widerspruch, sagt: »Wenn du willst ein Metall machen, so soll ein Metall dein Anfang sein, denn ein Hund wird nur gezeugt durch einen Hund«). Die Alchemisten, welche das erstere wörtlich nehmen, führen zugleich für ihre Ansicht an, daß der Salpeter in allen drei Naturreichen vorkomme, und sich hierauf Isaac Hollandus' Aussprüche über den vegetabilischen, animalischen und mineralischen Stein (Seite 221) beziehen lassen; zudem nenne Paracelsus die Materie des Steins eine dreifältige. Aber auch aus dem Salpeter wollte sich der Stein der Weisen nicht darstellen lassen.

Digitized by Google

Aufſuchung der Materia prima. In vegetabiliſchen Stoffen.

Noch Andere arbeiteten mit Subſtanzen, welche durch die Kraft der Vegetation aus der Erde ausgegangen ſeien, z. B. mit Weinſtein. Pflanzenſäfte kommen auch ſchon ſehr früh in den alchemiſtiſchen Schriften vor; bei dem angeblichen Democrit (φυσικὰ και μυστικὰ) wird bereits der Saft der Primula verna (Anagallis) und des Rhabarbers (Rhaponticon) zur Darſtellung von Gold angerathen; bei den älteren griechiſchen Alchemiſten kommt außerdem der Saft von Chelidonium häufig in dieſer Beziehung vor. Dieſe Bezeichnungen können nur figürlich ſein, wozu die gelbe Farbe der Blüthen, Wurzeln, des Saftes u. ſ. w. Anlaß gab. Ebenſo figürlich iſt der succus lunariae zu nehmen, von welchem Raymund Lull als einer Zuthat zum Stein der Weiſen ſpricht. Die Alchemiſten fanden indeß dieſe Pflanze ſelbſt ſehr merkwürdig, ſchon wegen ihrer ſilberglänzenden Schoten, und Viele vermutheten, es möge darin das große Geheimniß verborgen ſein. De l'Iſle, ein Franzoſe aus der Provence, und als Inhaber des Steins der Weiſen berühmt, zog beſonders die Aufmerkſamkeit der Alchemiſten auf die wirklichen Pflanzen Lunaria major und minor. Er lebte im Anfange des 18. Jahrhunderts auf Schloß Palu in der Provence, verwandelte viel Blei in Gold, auch Eiſen in Silber. Das weiße Pulver zur letztern Transmutation wollte er aus den genannten Pflanzen darſtellen, welche er in großer Menge anbauen ließ. Der Biſchof von Sens überzeugte ſich ſelbſt von der Wahrheit, und berichtete an den Finanzminiſter Desmarets nach Paris. De l'Iſle wurde eingeladen, vor dem Könige ſeine Kunſt zu zeigen; da er aber zögerte, wurde er gefangen genommen und ſollte im Gefängniß arbeiten. Er weigerte ſich und gab an, die Verfertigung des Pulvers nicht zu kennen, ſondern es von einem fremden Adepten erhalten zu haben. Härter behandelt, vergiftete er ſich 1712. —

Die Alchemiſten glaubten auch außerdem noch, durch abnorm geſteigerte vegetabiliſche Lebenskraft werde manchmal in den Pflanzen ſelbſt Gold hervorgebracht. So theilte ein gewiſſer J. Paterſon Hain in den Ephemeriden der kaiſerlichen Naturforſchergeſellſchaft mit, daß 1671 in einem ungariſchen Weinberge alle Traubenkerne von Gold geweſen ſeien, was erſt hundert Jahre ſpäter durch Born entkräftet wurde, welcher nachwies, jene vermeintlichen Traubenkerne ſeien nur die goldgelben Eier eines Inſects. So trug noch 1778 Sage der Pariſer Akademie vor, der Weinſtock erzeuge Gold, und aus einem Centner Rebenaſche wollte er dreihundert Gran Gold abgeſchieden haben; was indeß bei der Wiederholung ſich nicht beſtätigte.

Digitized by Google

Viele Anhänger hatten die Meinung, daß die Materia prima in Producten des menschlichen Körpers zu suchen sei, da eine so edle Substanz nur durch die Alles veredlende Kraft des menschlichen Körpers, welche unedle Nahrungsmittel in Theile des edlen Organismus verwandle, erzeugt werden könne. Diese glaubten auch, die animalische Lebenskraft könne manchmal Gold erzeugen, und im 17. Jahrhundert trug man sich viel mit Geschichten von Kindern mit goldenen Zähnen, bis Rolfink in seiner Chymia in artis formam redacta (1661) diese Sache mit guten Gründen unter die nonentia chemica verwies. Die Anhänger jener Meinung arbeiteten mit Haaren, Speichel, Blut, und vorzugsweise, sofern die Lebenskraft und Lebenswärme am längsten auf die Excremente einwirke, mit diesen. Dafür fanden sie auch Belegstellen genug in alten Schriftstellern. Moriones im 11. Jahrhundert sagt in seinem Dialogus cum Calid rege: O rex, in te est quod quaeris. Viele andere Autoren geben an, der Arme habe die Materia prima so gut wie der Reiche; Adam habe sie mit aus dem Paradiese gebracht u. s. w. Was konnte dies anders sein, als Excrement? Dazu sagt noch Haimo im 9. Jahrhundert in seiner Epistola de lapidibus philosophicis: um die Materia prima zu erlangen, solle man an das Hintertheil der Welt gehen, da werde man donnern hören und des Windes Brausen vernehmen, Hagel mit Platzregen werde fallen. Da finde man die Sache, so man suche, und sie sei köstlicher für die Alchemisten, als alle Steine der Gebirge. Wenn man nun unter der Welt den Mikrokosmus, der sich im Menschen repräsentirt, versteht, so ist die Deutung leicht. Das Vertrauen, daß in diesen Stoffen die Materia prima enthalten sei, brachte sogar einige Alchemisten dahin, ihre eigenen Excremente, um sie noch mehr zu zeitigen, einer nochmaligen Verdauung zu unterwerfen. Bemerken will ich hier nur noch, daß die Arbeiten nach diesem Princip zur Entdeckung des Phosphors führten, welchen ein Hamburger Alchemist Brandt 1669 auffand, als er aus Urin den Stein der Weisen darzustellen suchte.

Aufsuchung der Materia prima. In thierischen Stoffen.

So wurde Alles durchsucht, was irgend Namen hatte; Jungfernmilch und Menstrualblut, weil die Alchemisten die Bezeichnungen lac virginis und menstruum (Lösungsmittel) in älteren Autoren fanden; der berühmte Stahl, am Ende des 17. Jahrhunderts, versichert noch, aus rothgefärbten Kirchenfenstern lasse sich eine sehr wirksame Tinctur zur Verwandlung des Silbers in Gold darstellen. — Die Satyre über die unsinnigen Versuche der Alchemisten blieb nicht aus. Ein gewisser Benedictus Figulus, der 1608

Digitized by Google

Auffuchung der Materia prima.

einen Rosarium novum olympicum et benedictum publicirte, lehrte darin, Gold aus Juden zu machen (24 Juden geben nach seiner Vorschrift 1 Loth Gold), und ein würtembergischer Pfarrer Johann Clajus schrieb 1616: »Alkymistica, d. i. wahre Kunst, aus Kühmist durch seine Operation und Proceß gut Gold zu machen.«

Wir haben in dem Vorhergehenden die Bemühungen der Alchemisten wechseln sehen, indem sie von einer für die früheste Zeit gar nicht üblen Theorie der Gleichartigkeit aller Metalle hinsichtlich der Zusammensetzung ausgingen, und zuletzt dem unsinnigsten Empirismus huldigten, wo gar keine leitende Idee bei ihren Versuchen mehr aufzufinden ist. Es ist schwer, zu sagen, wo die auf chemische Ansichten begründeten Bemühungen in rein empirische und auf Zufall hin angestellte übergehen; die letzten Züge von Absurdität, welche ich hinsichtlich der Auffuchung der Materia prima mittheilte, bilden indeß jedenfalls den Uebergang zu einer Klasse von Alchemisten, welche alle chemische Theorie bei ihren Operationen gänzlich verwarfen. Von den Materialisten unter den Alchemisten, welche durch Correction der chemischen Zusammensetzung unedle Metalle in edle verwandeln wollten,

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

unterscheidet man die Mystiker, welche die Erzeugung des Goldes als einen organischen oder dynamischen Proceß betrachteten, soweit sich ihre unklaren Ideen in wenigen Worten geben lassen. So entgegengesetzt sich auch die Ausgangspunkte dieser beiden Parteien sind, so findet doch zwischen ihren Ansichten ein ganz allmäliger Uebergang Statt; bei den eigentlichen Materialisten findet sich mystische Bezeichnungsweise, und die eigentlichen Mystiker verschmähen nicht, die Beweise für die Golderzeugung mit anzuführen, welche die Materialisten zu geben suchten. — Die Mystiker verglichen die Entstehung des Goldes mit der thierischen Zeugung (für die Art, wie sie ihre Ansichten einkleideten, kann die Seite 223 angeführte Stelle aus Jean d'Espagnet dienen), oder auch mit der Entstehung und dem Wachsthum von Pflanzen; sie sprechen demgemäß von einer Seele des Goldes, welche mit unedlen Metallen (todten Körpern) vereinigt, diese lebendig mache, veredele; oder von einem Samen des Goldes, der in unedle Metalle gesäet, Gold wachsen mache; sie versichern, daß dies Wachsthum kräftiger stattfinde, wenn eine Putrefaction der unedlen Metalle vorausgegangen sei, und ermangeln nicht, zu besserem Gedeihen auch Dünger zuzugeben. Sie unterscheiden ein Horizontalgold, als künstlich hervorgebrachtes, von

Digitized by Google

dem Verticalgold, welches natürlich vorkommt; der Samen oder die Seele des Goldes heißt auch Centralgold; es war dieses also gewissermaßen eine Quintessenz des Goldes, ein Superlativgold, welches in seiner Einwirkung auf unedle Metalle Positivgold (gewöhnliches) hervorbringt. Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Die Ansicht, daß die Entstehung des Goldes oder des Steins der Weisen (denn damit fällt doch wieder zuletzt die Annahme der Mystiker von Centralgold, Superlativgold und Samen oder Seele des Goldes zusammen) eine der Erzeugung thierischer oder vegetabilischer Stoffe analoge Sache sei, findet sich schon bei älteren alexandrinischen und byzantinischen Schriftstellern. Dahin deutet z. B., wenn schon Zosimus um 400 von einem männlichen und einem weiblichen Princip spricht, aus deren Vereinigung das erste Requisit zur künstlichen Erzeugung von Gold sich bilde. Solche Vergleichungen liegen nahe; ihre Aeußerung kann um so weniger befremden, da sich Unwissenheit von Thatsachen nur durch mystische Bezeichnungsweise verbergen läßt, und unklare Ansichten stets vorzugsweise in Analogien gegeben werden. Darauf, daß man die Hervorbringung des Steins der Weisen als der Hervorbringung eines thierischen Organismus analog betrachtete, beruht auch die Benennung ovum philosophicum für das Gefäß, worin der Stein der Weisen gezeitigt wird (Seite 225); dieses ovum ist die Schale zu der Substanz, worin der Keim des Steins der Weisen enthalten ist; es wird in dem Ofen bebrütet. — Unter den Abendländern trug namentlich Raymund Lull dazu bei, die mystischen Ansichten in Gang zu bringen, indem er die Bereitung des Steins der Weisen mit der Verdauung, der Entstehung des Blutes und der Ausscheidung der übrigen Säfte im menschlichen Körper verglich.

Die mystische Anschauungsweise wurde noch anziehender, als die alchemistischen Operationen nicht allein mit denen eines lebenden Organismus, sondern sogar auch mit den Beziehungen zwischen Seele und Leib vor und nach dem Tode verglichen wurden. Auch solche Gleichnisse lassen sich weit zurückverfolgen. Aeneas Gazaeos, aus dessen Schrift de immortalitate animae ich oben (Seite 153) eine Stelle angeführt habe, gebraucht schon die Metallveredlung als Gleichniß für die Auferstehung mit einem verklärten Leibe. Unter den Abendländern fand diese Vergleichung viel Anklang, und allmälig bildete sich in den Köpfen vieler Alchemisten die Ansicht aus, daß Leben, Sterben und Auferstehung nur höhere alchemistische Processe seien (vergl. Theil I. Seite 76). So spricht sich z. B. Basilius

Digitized by Google

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Valentinus im Triumphwagen des Antimonii folgendermaßen aus: „Wir armen Menschen werden wegen unserer Sünde allhier durch den Tod, den wir wohl verdient, in das Irdische, nämlich das Erdreich, eingesalzen, bis so lange wir durch die Zeit putrificiret werden und verfaulen, und dann hinwiederum endlich durch das himmlische Feuer und Wärme auferweckt, clarificirt und erhaben werden, zu der himmlischen Sublimation und Erhöhung, da alle Feces, Sünden und Unreinigkeiten abgesondert bleiben.“ Soweit sogar ging die Verirrung, daß die Alchemisten, denen der Begriff des Steins der Weisen der höchste war, diesen sogar mit dem der Dreieinigkeit verglichen, und die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold durch den Stein der Weisen mit der Erlösung des Menschengeschlechts durch den Heiland. So giebt Basilius Valentinus in seinen Schlußreden eine Allegoria S. S. Trinitatis et Lapidis philosophici, welche als ein Beweis dafür, wie weit der Unsinn sich seiner Zeit gesteigert hatte, hier eine Stelle verdient. „Lieber christlicher Liebhaber der gebenedeiten Kunst! Wie hat doch die heilige Dreifaltigkeit den lapidem philosophorum so herrlich und wunderbarlich geschaffen. Denn Gott der Vater ist ein Geist, und läßt sich doch sehen in Gestalt eines Menschen, wie er in seinem Wort Genes. I. sagt: laßt uns Menschen machen, ein Bild das uns gleich sei. Also ist zu achten der Mercurius Philosophorum ein spiritualisch corpus, wie ihn die Philosophi heißen. — Aus Gott dem Vater ist geboren sein einiger Sohn Jesus Christus, welcher ist Gott und Mensch, und ist ohne Sünde, hat auch nicht bedürft zu sterben. Er ist aber freiwillig gestorben und auferstanden um seiner Brüder und Geschwister willen, auf daß sie mit ihm ewiglich ohne Sünde lebeten. Also ist Gold ohne allen Defect, und ist fix, daß es alle Examina besteht, und herrlich; aber um seiner imperfecten und kranken Brüder und Schwestern willen stirbt es, und stehet auf herrlich, erlöset und tingiret sie zum ewigen Leben, und machet sie perfect zu gutem Gold. — Die dritte Person in Trinitate ist Gott der heilige Geist, ein Tröster von unserm Herrn Jesu Christo, seinen gläubigen Christen gesandt, der stärket und tröstet sie im Glauben bis zum ewigen Leben. Also ist auch der Spiritus Solis materialis, oder Mercurius corporis. Wenn sie zusammenkommen, so heißt er alsdann Mercurius duplicatus, das sind die zween Spiritus, Gott der Vater und Gott der heilige Geist. Aber Gott der Sohn ist homo glorificatus, gleichwie unser glorificirtes und fixes Gold, der Lapis philosophorum; daher wird dieser Lapis auch trinus ge-

Digitized by Google

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

nannt. Nehmlich ex duabus aquis vel spiritibus, minerabili et vegetabili, und von dem animaliſchen sulphure solis. Das ſind dann die zwei und drei und doch nur eins, verſtehſt du es nicht, ſo trifft du keins. — Alſo habe ich per similitudinem das Univerſal genugſam vorgemahlt.“

Mit dieſer myſtiſchen Auffaſſung der Bedeutſamkeit chemiſcher Operationen verband ſich nun der ſchon oben beſprochene Glaube an Prädeſtination für den Beſitz des Steins, und es liegt darin zugleich der Grund zu der religiöſen Behandlung der alchemiſtiſchen Forſchungen im Allgemeinen. Dieſes Einmiſchen von Beſchwörungen und Gebeten in chemiſche Operationen, wo keine Unze Weinſtein ohne Anrufung Gottes um ſpecielle Segnung für den bevorſtehenden Proceß in Arbeit genommen wird, iſt erſt den Alchemiſten vom 13. Jahrhundert an eigenthümlich, obgleich auch ſchon bei den älteren griechiſchen Schriftſtellern ſich in öfteren, aber nur einzelnen, Fällen eine Verſchmelzung der Ausübung chemiſcher Operationen mit Ausübung der Frömmigkeit vorfindet. Die Araber kennen eine ſolche Verſchmelzung natürlich nicht, weil die Ausübung der hermetiſchen Kunſt eigentlich gar nicht mit ihren Glaubenslehren in Uebereinſtimmung zu bringen war. — Raymund Lull und Arnold Villanovanus fangen ſchon mit dieſem Mißbrauch der heiligſten Begriffe an; Deus, qui gloriose omnipotens existit, propter te amare, diligere et colere incepimus artem praesentem, — mit dieſen Worten beginnt Erſterer ſein Testamentum. — Arnold Villanovanus giebt in ſeinen Werken viele Lehren, welche Gebete man während der Operationen recitiren muß, und wie oft, damit ein günſtiger Erfolg geſichert werde.

Die Einführung der Gebetsformeln in die alchemiſtiſchen Proceſſe, und überhaupt alle Vermiſchung religiöſer Begriffe mit alchemiſtiſchen, wie wir deren ſo viele bereits im Verfolg dieſer hiſtoriſchen Unterſuchung kennen lernten, wurde durch einen Umſtand theilweiſe veranlaßt oder mindeſtens ſehr befördert, welcher auf den erſten Blick ſehr unbedeutend ſcheint, es aber für dieſen Gegenſtand keineswegs iſt. Ich meine die Angabe von Gebeten als Zeitbeſtimmung. Zwar dauerten die meiſten Operationen der Alchemiſten Tage-, Wochen-, ſelbſt Monate lang, aber es wurden auch kürzer währende Proceſſe beſchrieben, und dafür wird die nöthige Zeit, wie im 10. bis 12. Jahrhundert und noch länger üblich, meiſt nach Gebeten angegeben. Schrieb aber ein Alchemiſt vor, zwei Subſtanzen ſechs Paternoſterlang mit einander kochen zu laſſen, ſo wurde gewiß bei dem damaligen Zeitgeiſt, wenn

Digitized by Google

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

das Recept in die vierte Hand kam, das Kochen als Nebensache, das Paternosterbeten aber als die Hauptsache angesehen.

Mit der Reformation verlor die mystische Behandlung der hermetischen Aufgaben nichts von ihrem Ansehen. Luther selbst verdammte die Alchemie keineswegs, sondern lobte sie in seiner Canonica »wegen der herrlichen und schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage. Denn ebenso wie das Feuer aus einer jeden Materie das Beste auszieht und vom Bösen scheidet, und also selbst den Geist aus dem Leib in die Höhe führt, daß er die obere Stelle besitzt, die Materie aber gleichwie ein todter Körper unten am Boden liegen bleibt: also wird auch Gott am jüngsten Tag durch sein Gericht, gleichwie durch Feuer, die Gerechten und Frommen scheiden von den Ungerechten und Gottlosen. Die Gerechten werden auffahren gen Himmel, die Ungerechten aber werden unten bleiben in der Hölle.«

Hiernach war eine, wenngleich nur figürliche, Beziehung zwischen religiösen und alchemistischen Ansichten auch in den Protestantismus eingeführt, und man kann fast sagen, daß dieser Mysticismus hier später seine Blüthezeit erreichte. Dies geschah, nachdem im Anfange des 17. Jahrhunderts der Rosenkreuzerbund sich mit der hermetischen Kunst abgab, und der Anhang des Schwärmers Jacob Böhme (eines Schusters zu Görlitz, welcher 1624 in seinem 50. Jahre starb, und viele theosophisch-philosophische und religiöse Ansichten verbreitete) gleichfalls in der Sprache der Alchemisten sich auszudrücken anfing. Nun war nicht mehr die mystische Ausdrucksweise eine Bezeichnung für alchemistische Meinungen, sondern die alchemistischen Ausdrücke wurden zur Bezeichnung religiöser Ansichten und Schwärmereien angewandt. In den Schriften dieser Secten bedeutet »Stein der Weisen« gar nicht mehr eine goldmachende Substanz, sondern Bekehrung, Heil im religiösen Sinne des Wortes; der irdene Ofen, in welchem die Darstellung des Steins der Weisen vor sich gehen soll, ist der irdische Theil des Menschen; der grüne Löwe, von welchem aus die Alchemisten den Stein der Weisen zu erlangen hofften (Seite 225), wird mit dem Löwen aus dem Stamme David's identificirt. Nur mittelst dieses Schlüssels kann man viele sogenannte alchemistische Tractate des 17. Jahrhunderts entziffern, welche genau genommen gar nicht Alchemie behandeln, sondern nur mystisch-theologischen Inhalts sind. Wie weit in ihnen die Verschmelzung religiöser Begriffe mit der Alchemie geht, kann man aus dem eben Erwähnten ent-

Digitized by Google

nehmen; auch die oben (Seite 183) mitgetheilte Stelle von Pordage läßt sich hierher beziehen. — Die Absurdität der Mystiker ging aber fast noch weiter; in vielen Stellen der Bibel fanden sie offenbare Bezugnahme auf ihre eigenthümliche Auffassung der Alchemie. Wirkliche Geistesstörung ist vorauszusetzen, wenn man einzelne behaupten sieht, daß Gott allen wahren Christen den Stein der Weisen versprochen habe, wobei sie sich auf die Offenbarung Johannes (Kap. 2, Vers 17) stützen, wo es heißt: *τῷ νικῶντι δώσω — — — ψῆφον λευκὴν* (dem Ueberwindenden werde ich geben einen weißen Stein, worin sie eine Andeutung auf den »Stein der Weisen« fanden); wenn man liest, daß diese Verrückten Kenntniß haben wollen, wie nach der Verleihung des Steins der Weisen am jüngsten Tage die damit Beschenkten ihn aufbewahren, wo sie sich auf den 7. Vers des 4. Kapitels im II. Brief an die Korinther berufen, wo Paulus sagt: *ἔχομεν δὲ τὸν θεσαυρὸν τοῦτον ἐν ὀστρακίνοις σκεύεσιν* (wir tragen diesen Schatz in irdnen Gefäßen). Solche Sachen finden sich aus dem 17. Jahrhundert in den Schriften des Engländers Asgill, der Deutschen Gregor Michaelis (geboren 1625 zu Rostock, gestorben 1686 als Superintendent zu Oldenburg), Johann Michael Dilherr (geboren 1604 im Hennebergischen, 1631 — 1642 Professor der Eloquenz, Geschichte und Theologie zu Jena, gestorben 1669 als Prediger zu Nürnberg) und Anderer ausgesprochen.

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Gehen wir nach dieser Betrachtung, wie sich die alchemistischen Ansichten mit der Auffassung einzelner religiösen Lehren verbanden, wieder zu der angeblichen künstlichen Bereitung edler Metalle zurück, namentlich in Bezug auf das, was die Mystiker eigentlich hervorzubringen glaubten.

Die mystische Ansicht über die Erzeugung von Gold erhielt sich ziemlich lange; der Letzte, der ihr huldigte und öffentlich für sie auftrat (ohne indeß irgendwie die eben besprochenen groben Verirrungen zu theilen), war der berühmte und sonst wohlverdiente Theolog Johann Salomo Semler (geboren 1725 zu Saalfeld, seit 1752 Professor zu Halle, gestorben 1791). Im Jahre 1786 beschäftigte er sich mit einer damals berühmten Universalarznei, welche ein gewisser Baron Leopold von Hirsch in Dresden unter dem Namen des Luftsalzes feil bot; er schrieb mehrere Flugschriften »von ächter hermetischer Arznei«, worin er des Heilmittels Universalkraft anpries, und glaubte zuletzt selbst gefunden zu haben, daß in diesem Salze, wenn es angefeuchtet und warm gehalten werde, Gold sich er-

Digitized by Google

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

zeuge und wachse. Er schickte 1787 eine Portion des Salzes sammt darin gewachsenem Gold an die Akademie nach Berlin; Klaproth fand darin Glaubersalz und Bittersalz in ein Harnmagma eingehüllt, und Blattgold in hübschen Dimensionen. Semler schickte auch an Klaproth Salz, in welchem noch kein Gold gewachsen sei, und einen Liquor, »welcher den Samen des Goldes enthalte und das Salz beim Aufgießen in der Wärme befruchten werde«; es zeigte sich indeß, daß das Salz bereits mit Blattgold vermengt war. Semler indeß glaubte fest an die Entstehung des Goldes, und schrieb 1788: »Zwei Gläser tragen Gold; alle fünf oder sechs Tage nehme ich es ab, immer zwölf bis funfzehn Gran. Zwei bis drei andere Gläser sind auf dem Wege, und das Gold blüht unten durch.« Er schickte neuerdings Blätter von vier bis neun Quadratzoll an Klaproth, und dieser fand nun bei der Prüfung, daß sich die Pflanze verschlechtert habe; sie trug jetzt nur unächtes Gold, Tombak. — Die Sache klärte sich dahin auf, daß Semler's Diener, welcher des Treibhauses warten sollte, Gold in die Gläser gelegt hatte, um seinen Herrn zu vergnügen; bei Verhinderung des Dieners beauftragte dieser seine Frau mit dem Geschäft, welche indeß der Meinung war, daß man wohlfeiler größere Quantitäten erzielen könne, wenn man unächtes Blattgold hineinwerfe.

Das Vorstehende mag einen Begriff geben von ächt hermetischen Versuchen zur Darstellung des Steins der Weisen. Mit diesen Bestrebungen verknüpften sich noch einige andere, welche nicht übergangen werden dürfen, und deren Besprechung hier eingeschaltet werden mag.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen.

Das Hauptziel der Alchemie war immer die Darstellung des Steins der Weisen in seiner Vollkommenheit, also auch als Universalmedicin. Aber wer nicht so weit kam, versuchte seine Kraft und Geschicklichkeit an einigen anderen Aufgaben, deren Realisirung stets nur von Alchemisten bearbeitet wurde. Zu den gelegentlichen rein alchemistischen Bestrebungen rechne ich die Darstellung des Alkahest, die Palingenesie und die Hervorbringung des Homunculus.

Das Alkahest.

Besprechen wir zuerst das Alkahest oder Menstruum[1]) universale. — Die Alchemisten fanden bei dem Aufsuchen des Steins der Weisen in allen

[1]) Die Bezeichnung Menstruum für Auflösungsmittel kommt, nach Boerhave,

Digitized by Google

möglichen Substanzen viele Stoffe, welche ihren Lösungsmitteln widerstanden. Da aber die Körper nur im aufgelösten Zustande chemischer Bearbeitung und Veränderung fähig sind (corpora non agunt nisi soluta), so war die Kenntniß wirksamer Lösungsmittel von hohem Werthe, und es entstand so der Begriff von dem Ideal eines Lösungsmittels, von einer Flüssigkeit, welche alle Körper ohne Ausnahme auflöst. Dieses Ideal wurde Alkahest genannt.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Die Sache findet man schon im 15. Jahrhundert erwähnt. Georg Ripley spricht von einer Quintessenz, welche alle Körper zu Oel mache, selbst den Stein der Weisen auflöse, und die Krankheiten der Menschen heile. Aber die Lehre vom Alkahest consolidirte sich hauptsächlich, nachdem der Name hinzugekommen war. Wie wir dies in der Alchemie so oft sehen, erfolgt eine genaue Angabe von Einzelnheiten bald, wenn nur einmal eine bestimmte Bezeichnung für einen noch so unbestimmten Begriff eingeführt ist.

Der Name findet sich zuerst bei Paracelsus. In seinem Tractat de viribus membrorum sagt er: Est liquoris Alchahest magna vis in jecore, ad illud confortandum et confirmandum et praeservandum ab hydrope et omnibus generibus ex hepate oriundis. — — Quare vobis omnibus, qui colitis medicinam, opus ut noscatis praeparare Alchahest, ad abigendos morbos plurimos ab hepate oriundos. — Dies ist Alles, was sich bei Paracelsus darüber findet; von der Zubereitung sagt er kein Wort.

Das Alkahest wäre indeß ohne Zweifel mit den vielen anderen neuen Ausdrücken des Paracelsus vergessen worden, hätte es nicht van Helmont aufgefaßt und auf den Begriff eines allgemeinen Auflösungsmittels angewandt. Van Helmont ist der hauptsächlichste Gewährsmann für alle dem Alkahest beigelegten Eigenschaften; es sind dies folgende:

Das Alkahest ist eine Flüssigkeit (aqua crassa, solvens, immutabilis) von brennender Eigenschaft (deßhalb heißt es auch ignis aqua, ignis Gehennae); anderswo nennt er es ein Salz, und das Ens primum der Salze.

---

davon her, daß man früher die Auflösungsmittel nur bei sehr gelinder Wärme, aber desto länger, auf die Körper einwirken ließ. Die gebräuchliche Zeit war Ein Monat; daher der Name menstruum für einen Stoff, welcher eine monatlange (was menstruus eigentlich heißt) Wirksamkeit ausübt.

Digitized by Google

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkaheſt.

Es findet ſich nicht in der Natur, und kann nur künſtlich dargeſtellt werden; ſeine Bereitung iſt aber das ſchwerſte aller chemiſchen Kunſtwerke. Zu ſeiner Erlangung iſt auch wieder Prädeſtination nöthig; particulari privilegio electus esse debet, qui eo potietur. Manet quippe Deus solus ejus dispensator, ob rationes Adeptis notas.

Das Alkaheſt löſt alle Körper, und verwandelt ſie in eine wäſſerige Flüſſigkeit. Der Sand widerſteht jedem künſtlichen Löſungsmittel, nur durch das Alkaheſt wird er aufgelöſt, mit welchem er bei künſtlichem Feuer ein Salz bildet, und endlich zu Waſſer (Flüſſigkeit) wird. Es löſt auch die mineraliſchen, vegetabiliſchen und animaliſchen Subſtanzen; Felſen, Edelſteine, Kieſel, Sand, Markaſit, Glas, Kalk, Schwefel u. ſ. w. verwandelt es in ein Salz (löslichen Körper); die Metalle indeß nur ſchwer, propter seminis anaticam commistionem. Es löſt auch die Oele, ſelbſt Cedernholz, auch Kohle von Eichenholz. — Gold wird aufgelöſt, Queckſilber in ein fixes, feuerbeſtändiges Pulver verwandelt. — Im Allgemeinen iſt ſeine löſende Wirkung wie die des heißen Waſſers auf Schnee.

Dabei hat das Alkaheſt auch nach van Helmont bedeutende mediciniſche Eigenſchaften; ut ignis omnes perimit insectas: ita Alkahest consumit morbos.

Das ſind die vornehmſten Eigenſchaften des Alkaheſt. Denn alle ſpäteren treten nur dem van Helmont nach. Was iſt es nun für eine Subſtanz?

Die Wichtigkeit, welche die Sache für die Alchemiſten hatte, ließ viele unter ihnen ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigen. Einige verſuchten die Ergründung etymologiſch. Sie glaubten, daß Alkaheſt anzeige: Alkali est; Andere wollten darunter Allgeiſt verſtehen, den Spiritus mundi, wovon viel gefabelt wurde, und welchen die Meiſten als mit dem Mercur der Weiſen identiſch betrachteten (auch die Identität des Alkaheſts mit dem mercurio philosophorum wurde vielfach behauptet); noch Andere Salzgeiſt. Einige leiteten es auch von dem Worte καυστής, Verbrenner, ab, welchem die Araber den Artikel vorgeſetzt hätten, wobei nur zu bemerken iſt, daß ſich bei keinem Araber das fragliche Wort findet. Auf dieſe Art erhielt man keinen genügenden Aufſchluß.

Andere unterſuchten, welche Subſtanz in ihrer Wirkung der des Alkaheſts am meiſten entſpreche. Glauber, der ſich unter den Späteren am meiſten damit beſchäftigt hat, war der Meinung, es ſei nitrum fixum,

Digitized by Google

Pottasche, welche viele der von van Helmont angegebenen Eigenschaften hat, aber nicht alle; indeß wird in späteren Werken oft unter Alkaheſt des van Helmont geradezu Pottasche verſtanden. Glauber ſelbſt ſchrieb indeß auch ſeinem sal mirabile in gewiſſer Hinſicht die Eigenſchaft eines Alkaheſts zu, beſonders weil es die Kohlen auflöſt, »welche doch ſonſt durch kein corrosiv zu ſolviren«, und nebenbei auch viele Metalle. Zwelffer und Tachenius hielten den ſcharfen Grünſpaneſſig für van Helmont's Alkaheſt; zu Gunſten dieſer Anſicht läßt ſich nur wenig anführen. Unter dem Namen Alcaest de Respour wurde früher eine Auflöſung von Zink in Kali verſtanden, welche Reſpour zu Paris in ſeinen rares experiences sur l'esprit minéral (1668) für den Univerſalmineralgeiſt hielt, und von welcher er bedeutenden Erfolg für die Metallveredlung erwartete. Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkaheſt.

Nach dem Alkaheſt wurde im 17. Jahrhundert eifrig geſucht; bald indeß klärten ſich die Anſichten der Chemiker mehr auf, und die Unmöglichkeit deſſelben wurde behauptet. Kunkel beſonders war es, der gegen die Exiſtenz eines allgemeinen Löſungsmittels eiferte, und ſeine einfache Frage: »wie haben es denn die Beſitzer deſſelben aufbewahrt?« war hinreichend, die Meiſten von der Unſinnigkeit der Annahme, daß ein ſolcher Körper darzuſtellen ſei, zu überzeugen. Im 18. Jahrhundert wird dem Alkaheſt nur noch geringe Aufmerkſamkeit geſchenkt, und die hiſtoriſche Betrachtung dieſer alchemiſtiſchen Verirrung können wir hier ſchließen.

Mittelbar nur ſtehen mit der Alchemie die Anſichten über die Palingeneſie und den Homunculus in Verbindung, welche ich daher hier nur kurz berühren will.

Unter Palingeneſie verſtand man die Wiedererweckung der Pflanzen aus ihrer Aſche. Weil dies unmöglich iſt, wurde es vielfach verſucht. Quercetanus um 1600 iſt der Erſte, welcher deutlich ausgeſprochen hat, daß geſchickte Chemiker aus jeder Aſche die Pflanze wieder in geſundem Zuſtande hervorbringen können, von welcher die Aſche urſprünglich ſtammte. Schon van Helmont erklärte ſich gegen dieſen Unſinn, der indeß auch viele Vertheidiger fand. Kunkel ſprach ſich gleichfalls dagegen aus, und betrachtete die Palingeneſie in ſeiner philosophia chymica 1694 als ein non-ens chymicum. Von ihm wiſſen wir auch, daß damals die Beweiſe dafür ganz in alchemiſtiſcher Art gehalten waren, es war nämlich Taſchen- Die Palingeneſie.

Digitized by Google

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Die Palingeneſie.

ſpielerei, wo man den Samen der Pflanzen geſchickt in die Aſche zu mengen wußte. Daß auch nicht, wie Einige behauptet hatten, die Lauge von einem verbrannten Kraute bei dem Gefrieren die Geſtalt des Krautes im Eiſe hervorbringe, und ſo eine Art Palingeneſie ſtattfinde, hat Boyle 1661 ausführlich zu zeigen für gut befunden. Noch 1716 traten aber Verfechter ſolchen Aberglaubens auf, z. B. der damals berühmte Arzt Franck von Franckenau in einer eigenen Schrift, und faſt gleichzeitig erklärte ein Dr. A. F. Pezold, was man eigentlich unter Palingeneſie zu verſtehen habe, nämlich nicht die Hervorbringung einer wirklichen Pflanze, ſondern einer dieſer ähnlichen idealiſchen. Die Sache kam zuletzt darauf hinaus, daß man bei dem Kryſtalliſiren der Salze pflanzenähnliche Figuren beobachte, die eine Uebereinſtimmung mit den Pflanzen haben ſollen, woraus das Alkali des Salzes gewonnen war. Daß ſelbſt um 1764 Anhänger der Palingeneſie exiſtirten, veranlaßte zu dieſer Zeit noch Wallerius, die Widerlegungsgründe zu wiederholen.

Der Homunculus.

Früher noch, als dieſe künſtliche Darſtellung von Pflanzen aus ihrer Aſche, zeigt ſich das wo möglich noch unſinnigere Beſtreben, durch ſpagiriſche Künſte einen thieriſchen oder menſchlichen Körper darzuſtellen. Paracelſus iſt der Erſte, welcher die Hervorbringung eines kleinen lebendigen Menſchen, des homunculus, aus männlichem Samen durch chemiſche Handgriffe behauptet. Nur Wenige mögen ſich indeß damit befaßt haben; daß es aber geſchah, lehrt uns die Aufmerkſamkeit, womit noch Kunkel der Anſicht erwähnt; dieſer urtheilt übrigens: homo secreta ratione in vitro vel ampulla chymica fabricatus, est non-ens. Noch 1733 ließ indeß Fr. Rothſcholz in ſeinem Theatrum chemicum eine »treuherzige Warnungs-Vermahnung an alle Liebhaber der Alchemie« abdrucken, worin vor den falſchen Alchemiſten gewarnt wird, welche aus Kinderurin den homunculus darſtellen, der unſichtbar ſich von Wein und Roſenwaſſer nähren ſolle, bis er ſichtbar werde, wo er einen Schrei thue; wobei zugleich angegeben wird, daß dergleichen Betrüger gewöhnlich kleine elfenbeinerne Knochen in das Gefäß prakticiren, und damit die Getäuſchten überreden, der homunculus ſei wirklich dageweſen, aber aus Mangel an Pflege umgekommen.

Solche Verirrungen und Unſinnigkeiten ſchloß die Alchemie im weiteren Sinne ein; die hermetiſchen Beſtrebungen ſind in dieſen Beziehungen die letzten Ausläufer einer tiefen geiſtigen Dunkelheit und des

Digitized by Google

bereitwilligſten Aberglaubens früherer Zeit. Im 18. Jahrhundert wich auch dieſe Finſterniß allmälig vor der immer zunehmenden Aufklärung. Die letzten Schickſale der Alchemie und die Umſtände, welche hauptſächlich ſie vergehen ließen, bilden den letzten Abſchnitt dieſer hiſtoriſchen Unterſuchung.

Digitized by Google

V. Verfall des Glaubens an Alchemie.

Wir haben jetzt alle Einzelnheiten des alchemistischen Strebens so weit verfolgt, als es für eine genauere Einsicht in die Eigenthümlichkeit desselben nothwendig erscheint. Wir wenden uns nun zu der Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie erschüttert wurde, und zuletzt die hermetische Kunst ganz von dem Schauplatze verschwindet.

In dem Vorhergehenden habe ich bereits öfters solcher Umstände erwähnt, welche der Verbreitung und Erhaltung des alchemistischen Glaubens hindernd in den Weg treten konnten. Von diesen fruchteten am wenigsten die Zwangsmaßregeln, und solche wurden, wie wir oben (Seite 192) sahen, meist angewendet. Durch Edicte sollte die Alchemie beschränkt oder aufgehoben werden, allein derartige Maßregeln dienten nur, das Interesse für die hermetische Kunst zu erhöhen. Wirksamer zeigten sich allmälig die mit geistigen Waffen gegen die Alchemie Ankämpfenden, und über ihre Bemühungen und Erfolge will ich hier Genaueres berichten.

Zweifler an der Möglichkeit der Metallverwandlung gab es jederzeit; schon Geber spricht gegen sie in seiner Summa perfectionis, und sucht ihre Gründe zu entkräften. Ich will hier keine Reihe von Namen anführen, welche Gegnern der Alchemie aus früherer Zeit angehören, da sie ihre Ansicht doch nicht geltend zu machen wußten. Im 16. Jahrhundert treten die Zweifler an der hermetischen Kunst offener auf, aber die Anhänger überwiegen sie noch bei weitem. Die Stimmen der Gelehrten aus anderen Wissenschaften waren gleichfalls getheilt hinsichtlich des Werthes der alchemistischen Bestrebungen. Während Melanchthon die Alchemie als imposturam quandam sophisticam verwirft, sagt Luther in seiner Canonica: „Die Kunst der Alchemei ist recht und wahrhaftig der alten Weisen Philosophei, welche mir sehr wohl gefällt, nicht allein wegen ihrer Tugend und

Digitized by Google

vielen Nutzbarkeit, die sie hat mit Destilliren und Sublimiren in den Metallen, Kräutern, Wassern und Olitäten, sondern auch von wegen der herrlichen schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage.« So hielt lange Zeit immer der günstige Ausspruch eines hochgeachteten Mannes dem ungünstigen eines andern wenigstens das Gleichgewicht.

Bekämpfung der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Einer der Ersten, welche die Alchemie ernstlich zu bekämpfen suchten, war der schon im I. Theile erwähnte Thomas Lieber oder Erastus. Sein Hauptziel war, die Paracelsische Lehre zu widerlegen, und damit verband er eine heftige Kritik aller Ansichten, auf welche diese Lehre sich stützte. Die alchemistischen Meinungen über den Gehalt aller Körper, namentlich der Metalle, an Schwefel und Quecksilber als Grundstoffen, griff er nachdrücklich an, und suchte zu zeigen, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung theoretisch nicht erwiesen werden kann. Daß sie auch nicht historisch erwiesen ist, glaubte er mit der Aufdeckung einer Menge Betrügereien, welche von Alchemisten verübt worden waren, sattsam zu beweisen, und theilte die Kunstgriffe mit, deren sich die Hermetiker jener Zeit gewöhnlich bedienten, um Gold unedlen Metallen unterzuschieben. Seine explicatio quaestionis famosae illius, utrum ex metallis ignobilibus aurum verum et naturale arte conflare possit, welche hauptsächlich seine Angriffe auf die Alchemie enthielt und 1572 gedruckt wurde, machte indeß in jener Zeit noch nicht viel Eindruck.

Ebenso wenig wie die ernsthafte Bekämpfung, fruchtete damals der Spott, der auch gegen die Alchemisten sich rege zeigte. Von den vielen Witzen auf die Goldmacherkunst aus jener Zeit gebe ich hier nur als Probe die später oft wieder angeführten Verse des Jesuiten Grethser aus Ingolstadt, womit dieser (um 1600) die Paracelsianer ärgerte:

Alchemia est scientia sine arte,
Cujus principium est pars cum parte,
Medium strenue mentiri,
Finis mendicatum ire
Vel in cruce corvos nutrire,
Quod Paracelsicis solet evenire.

In ähnlicher Absicht, wie Erastus, aber sich ein beschränkteres Ziel setzend, trat Hermann Conring auf. Auch er griff in seinem Werke: de hermetica Aegyptiorum vetere et Paracelsica nova Medicina (1648) hauptsächlich die Paracelsische Medicin an, die Alchemie nur in der Bezie-

Digitized by Google

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

hung, daß er das Fabelhafte in den Angaben über einen sehr alten Ursprung dieser Kunst in das rechte Licht setzte. Aber keineswegs hat er, wie ihm dies gewöhnlich zugeschrieben wird, die Möglichkeit der Metallverwandlung geleugnet; im Gegentheil äußert er sich in einem späteren Werke (1669), seiner Apologia contra Borrichium (einen dänischen Gelehrten, welcher das hohe Alter der Alchemie eifrigst vertheidigte): Egone Chemicorum odio exaestuo, qui propugnavi veritatem ipsiusmet χρυσοποιητικῆς?

Zu gleicher Zeit mit Conring, aber die Möglichkeit der Metalltransmutation geradezu verwerfend, waren zwei andere Gelehrte noch thätig: Rolfink und Kircher. Werner Rolfink (geboren zu Hamburg 1599, gestorben als Professor der Medicin und Chemie zu Jena 1673) suchte besonders darzuthun, daß die eigentliche Chemie mit Alchemie gar nichts zu thun hat; er entzog so dieser letzteren die wissenschaftliche Stütze, und erschöpfte sich auch in Gründen gegen das Statthaben einer Metallveredlung. Seine verschiedenen Schriften hierüber, welche den gemeinsamen Titel Non Entia chymica führen, kamen 1645—1670 heraus. Caveat sibi, sagt Rolfink, ab hac opum depraedatrice arte, cui salus sua cordi. Qui alicui male vult, eum autem aperto marte aggredi non audet, saltem autor ipsi sit, ut huic studio se tradat. — Athanasius Kircher (geboren zu Fulda 1602, Jesuit, Lehrer zu Avignon und zuletzt zu Rom, wo er 1680 starb) zeigt sich gleichfalls, und namentlich in seinem Mundus subterraneus (1665), als ein entschiedener Widersacher der Alchemisten, die er ohne Ausnahme für Betrüger erklärt; Ausnahmen giebt er zu, aber nur, um noch härtere Beschuldigungen aufbringen zu können. Er glaubt nämlich, daß für einige Fälle die Wahrheit der Metallverwandlung nicht bestritten werden könne, aber daran erkenne man gerade das Verwerfliche der Alchemie; denn da nach seinen Gründen die Metallverwandlung physisch unmöglich sei, so müsse das Statthaben derselben ein Blendwerk des Teufels sein, womit dieser die Seelen zu verführen suche.

Die Anhänger der Alchemie hatten indeß doch zu letzterer Zeit noch wenig Lust, ihre Kunst als ungegründet zu verleugnen; eine Stütze fanden sie noch darin, daß einige ausgezeichnete Chemiker der hermetischen Kunst ganz vertrauten, und die Wahrhaftigkeit derselben durch ihre Autorität bekräftigten. Hier muß Becher genannt werden, der sowohl praktisch (vgl. seine künstliche Eisenerzeugung und seine ewigen Goldminen im Meersande, Seite 178 des I. Theils), als auch durch scharfsinnige Wider-

Digitized by Google

legung sophistischer Beweise, welche die Nichtigkeit der Alchemie darthun sollten, diese vertheidigte. Nichts giebt über den geistigen Zustand, in welchem sich um 1670 die Angriffe auf die Goldmacherei und ihre Widerlegung bewegten, einen bessern Begriff, als einige Stellen in dem zweiten Supplement zu der Physica subterranea von Becher, deren Inhalt hier kurz angedeutet werden mag. — Bekannt sei es ihm, sagt Becher, daß ein subtiler Kopf den Alchemisten eine Betrachtung entgegengesetzt habe, welche für diese ein gordischer Knoten sein solle, und auf eine Besprechung derselben müsse man eingehen. Wenn die Alchemie existire, sage jener, so müsse sie Salomo gekannt haben, der unleugbar alle Weisheit des Himmels und der Erde besessen habe; dieser aber habe Schiffe gen Ophir geschickt, um Gold holen zu lassen, auch seine Unterthanen stark besteuert, was er sicher nicht gethan hätte, falls er habe Gold machen können; also habe Salomo die Alchemie nicht gekannt, also existire sie nicht. — Becher concedirt den major, daß Salomo alle Weisheit besessen habe, wenn es ihm gleich zweifelhaft dünkt, daß sich dieselbe auf alle Specialitäten erstreckt habe; ob Salomo denn auch mit dem Schießpulver und der Buchdruckerkunst bekannt gewesen sei? wirft er ein. — Den minor aber leugnet er unbedingt; aus der Schifffahrt nach Ophir und der Steuererhebung lasse sich keineswegs ableiten, daß Salomo den Stein der Weisen nicht besessen. Ob denn unter Kaiser Leopold, der doch, wie bekannt, Gold gemacht habe (Seite 172), eine Steuerermäßigung stattgefunden habe? Und ob es wohl mit der Schifffahrt nach Ophir eine so ausgemachte Sache sei? zu jener Zeit, wo man den Compaß noch nicht gekannt habe? Ob denn Salomo seine Schiffe nur, um Gold zu holen, habe nach Ophir schicken können? nicht als Uebungsexpedition? Im Gegentheil, die Fahrt nach Ophir mit allem Geheimnißvollen, was darüber schwebe, spreche dafür, daß Salomo allerdings Adept gewesen sei, der nur, um das Geheimniß zu wahren, das Gold nicht in seinem Palaste gemacht habe, sondern die Tinctur in ein fernes Land versandt und das gemachte Gold habe zurückbringen lassen; was denn sonst Ophir sein könne? in Ostindien und in Amerika treffe man keine Goldgruben aus der Zeit der Juden; was denn im andern Falle Salomo den Bewohnern von Ophir zum Tausch habe geben können? und weßhalb nicht nach Salomo's Tode unter Rehabeam diese Schifffahrt fortgesetzt worden sei? Ihm, Becher, sei es gewiß, daß Salomo den Stein der Weisen besessen und gebraucht, aber an Niemand verrathen habe, und jenes

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Digitized by Google

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Gegners Einwurf sei frivol und nichtig. — So disputirte man damals über chemische Gegenstände.

Mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts gewannen die Gegner der Alchemie an Anzahl; namentlich sagten sich schon Viele aus dem gelehrten Stande im Allgemeinen von dem Glauben an Alchemie los, und in mehreren Schriften jener Zeit wird die Alchemie bündig charakterisirt als eine casta meretrix, quae omnes invitat, neminem admittit; ars sine arte, cujus principium est cupere, medium mentiri et finis mendicare vel patibulari. — Auch mehrten sich die Schriften, welche speciell gegen die Alchemie gerichtet waren. Ihre Titel und Autoren hier vollständig aufzuführen, ist unnöthig, da sich kein bekannterer Name darunter findet, und keins dieser Werke besondere Wirkung gethan hat; viele von diesen erschienen zudem anonym. Diese Kinder der Aufklärung hatten indeß zum Theil sonderbare Titel, und ihre Beweisführung war immer noch eine sehr indirecte. So suchte z. B. J. C. Ettner die Alchemie in zwei Schriften zu bekämpfen, deren eine schon 1696 als »des getreuen Eckhard's entlarvter Chymikus, in welchem der Laboranten Bosheit und Betrügerei dargestellt wird«, erschien; die andere aber als »des getreuen Eckhard's medicinischer Maulaffe oder der entlarvte Marktschreier« 1710 den letzten Nachdruck geben sollte. Ein anderer Alchemistenfeind, J. Schmid zu Chemnitz, schrieb 1706: »Der von Mose und den Propheten übel urtheilende Alchymist, vorgestellt in einer schriftmäßigen Erweisung, daß Moses, wie auch David, Salomo, Hiob und Esra keine Adepti lapidis philosophorum gewesen sind«, durch welchen Beweis hauptsächlich auch er der Alchemie den Todesstoß zu geben glaubte. Da kamen auch 1702 heraus »Posaunen Eliä des Künstlers, oder deutsches Fegefeuer der Scheidekunst, — — — von einem Kind des Vizlipuzli, der ehrlicher Leute Ehre und der Aufgeblasenen Schande entdecken will.« Aber die Vertheidiger der Alchemie waren nicht still; 1703 erschien »Erlösung der Philosophen aus dem Fegefeuer der Chymisten, das ist, rechtmäßige Recension im Namen der Philosophen den unlängst ausgeflogenen drei Lasterbogen entgegengesetzt durch Ihrer Herrlichkeit Fiscal«, und 1705: »Demolirung und Eroberung des durch den Schall einer thönernen Eliasposaune, auf Befehl des chymischen Papstes angekündigten Fegefeuers der Scheidekunst, sammt den übrigen auf der Insel Schmäheland aufgerichteten Schanzen.«

Mehr als alle solche Angriffe schadete dem Glauben an die hermetische

Digitized by Google

Kunſt der Umſtand, daß ſich die eigentlichen Chemiker immer mehr von der Alchemie abwendeten, und nachgerade die gewöhnlichen alchemiſtiſchen Beſtrebungen geradezu verwerfen, wenn ſie auch die Möglichkeit der Metallverwandlung, aber nur dem Princip nach, noch anerkannten. Nach Kunkel und Homberg um 1700 gab ſich faſt kein Chemiker von Ruf mehr mit hermetiſchen Arbeiten ab, ſondern ſie begannen nun der Alchemie entgegen zu treten. Schon der berühmte Otto Tachenius hatte in ſeinem Hippocrates chymicus (1666) viele Taſchenſpielereien von angeblichen Adepten aufgedeckt. Der Begründer der phlogiſtiſchen Theorie, G. E. Stahl, welcher in ſeiner Jugend eifrig Alchemie getrieben hatte, verleugnete dieſelbe in höherem Alter, und erklärte ſich gegen die »thörichten Hoffnungen und Einbildungen der Goldmacherei«. Glimpflich mit den Alchemiſten verfuhr noch Boerhave, wenn er auch durch ſeine praktiſchen Prüfungen (Thl. I. Seite 199) den Ungrund mehrerer ihrer Angaben darthat. In ſeinen Elementis Chemiae (1732) ſagt er: über die Richtigkeit der Alchemie, ob ſchon Gold künſtlich gemacht worden ſei, wage er nicht zu entſcheiden. Faſt überall, wo er die Alchemiſten verſtehe, habe er ſich von ihrer guten Beobachtungsgabe und der Richtigkeit ihrer Vorſchriften überzeugt; ob er ſie da, wo er ſie nicht verſtehe, ſogleich der Lüge zeihen oder nicht vielmehr ſeine Unwiſſenheit anklagen ſolle? Abenteuerlich ſeien allerdings oft die Verſicherungen der Alchemiſten, aber habe man nicht auch die Sagen vom ewigen Feuer für abenteuerlich gehalten, und doch ſei es jetzt im Phosphor entdeckt; und ſo ſei es mit vielem anderen. Sapientum est, ſchließt er, omnia explorare, retinere probata, nunquam limitare Dei potentiam, neque productae a Creatore naturae fines.

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Viel ſchroffer äußerte ſich ſchon 1722 der berühmte St. F. Geoffroy, welcher in einer weitläufigen Abhandlung die Betrügereien der Alchemiſten darlegte.

Der Vollſtändigkeit wegen will ich hier Einiges darüber einſchalten, in welcher Weiſe die Betrügereien der Alchemiſten gewöhnlich vor ſich gingen. — Man nahm Tiegel mit doppelten Böden, zwiſchen welchen Gold verborgen war; darin ſchmolz man ein unedles Metall, warf irgend eine Subſtanz darauf, rührte um, wobei man den oberen dünnen Boden durchſtieß, und fand zuletzt ein goldhaltiges Metall im Tiegel. Oder man deckte den Tiegel mit einer Kohle zu, in welcher ſich eine Höhlung befand, die mit Gold gefüllt und mit ſchwarzem Wachs verſchloſſen war. Oder man rührte das

Aufdeckung alchemiſtiſcher Betrügereien.

Digitized by Google

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

geschmolzene unedle Metall nach der Projection mit einem Holzstäbchen um, welches ausgehöhlt war und Gold verbarg. Gewöhnlicher noch nahm man Zinnober oder Eisenoxyd, welchen Goldkalk beigemischt war, als angeblich reine Substanzen, oder ein Amalgam statt reinen Queckſilbers u. ſ. f. — Viel Aufſehen machten früher eiſerne Nägel, welche zur Hälfte in Gold verwandelt waren, ſo weit man ſie in die Tinctur eingetaucht hatte. Einen ſolchen Nagel zeigte man zu Florenz noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts; er ſtammte von Leonhard Thurneyſſer, welcher 1586 dieſe Verwandlung vor den Augen des Großherzogs von Toscana, Ferdinand von Medicis, bewerkſtelligt hatte. Der Nagel mit eiſernem Kopfe und goldener Spitze täuſchte Viele, wozu das eigenhändige Zeugniß des Großherzogs, was mit vorgezeigt wurde, nicht wenig beitrug. Später erkannte man, daß die goldene Spitze angelöthet war. Die ganze Verwandlung beſtand darin, die Eiſenfarbe, womit man das Gold überſtrichen hatte, zu zerſtören. — Von ähnlicher Art waren die Verwandlungen, welche Sendivogius in den letzten Jahren ſeines Lebens producirte, ſilberne Münzen auf der einen Seite in Gold zu verwandeln; namentlich machte dieſer Adept eine derartige Probe ſeiner Kunſt vor Ferdinand II. Zu dieſem Zwecke wurde ein Goldblech auf eine Silberplatte gelöthet, und die Maſſe ausgeprägt, die Goldſeite aber mit Queckſilber weiß gefärbt. Um die Metallverwandlung zu zeigen, beſtrich Sendivogius die eine Seite der Münze mit einem gewiſſen Waſſer, glühte das Silberſtück aus, und wenn es aus dem Feuer kam, ſo war die eine Seite ziemlich tief in Gold verwandelt. — Cosmus I., Großherzog von Toscana (regierte 1537—1569) wurde in anderer Weiſe von einem fahrenden Alchemiſten getäuſcht, welcher ſich Daniel von Siebenbürgen nannte, und ſich auch mit der Heilkunde befaßte. Dieſer wußte in der Umgegend von Florenz eine von ihm bereitete Univerſalarznei unter dem Namen Usufur ſo bekannt zu machen, daß ſie in jeder Apotheke, von ihm gekauft, vorräthig gehalten wurde. Dieſes Usufur war ſtark goldhaltig; der Preis war indeß doch nicht ſehr hoch, und der Verfertiger konnte dieſe Speculation um ſo eher ohne großen Schaden wagen, da er ſeinen Patienten immer die Arzneien ſelbſt zuſammenſetzte, wozu er immer auch Usufur holen ließ, was er dann ſtets wieder für ſich behielt. Als das neue Heilmittel ziemlich bekannt geworden war, machte Daniel dem Großherzog von Toscana den Vorſchlag, ihn Gold bereiten zu lehren; der Vorſchlag wurde angenommen. Der Alchemiſt ſchrieb dem Großherzog die Subſtanzen

Digitized by Google

vor, mit welchen man die unedlen Metalle behandeln müsse, damit sie zu Gold würden; darunter war auch Usufur. Der Großherzog machte den Versuch, ließ sich mit Vorsicht alles Nöthige aus der Apotheke holen, und erhielt recht gutes Gold. Er belohnte den Alchemisten mit einem Geschenk von 20,000 Ducaten, welche dieser sogleich selbst nach Frankreich in Sicherheit brachte, von wo aus er dem Großherzog ganz offene Aufklärung über sein Verfahren gab. — Der Seite 201 erwähnte Honauer ließ den Herzog von Würtemberg in folgender Art selbst Gold machen: Der Herzog beschickte in des Alchemisten Laboratorium den Tiegel selbst mit den angegebenen Materialien, worauf Feuer gegeben wurde, welches lange Zeit sich selbst überlassen fortbrennen mußte, ohne daß Jemand am Tiegel etwas stören durfte. Während dieser Zeit verließen Alle das Laboratorium, und der Herzog war schlau genug, das Zimmer zu verschließen und den Schlüssel bei sich zu behalten. Aber in einer Kiste des Laboratoriums war ein Knabe verborgen, welcher nun hervor kam, Gold in den Tiegel warf, und sich wieder versteckte. Der Herzog fand später wirklich Gold im Tiegel, aber der gespielte Betrug wurde entdeckt und geahndet.

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

Von dieser Art waren im Allgemeinen die Mittel, welcher sich die betrügerischen Alchemisten bedienten, um Gold künstlich darzustellen. Noch mehrere anzuführen, ist nicht nöthig. Je bekannter diese Betrügereien wurden, und dies war namentlich in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts der Fall, um so größer wurde die Zahl der Gegner der Alchemie; eine besondere Unterstützung fanden diese noch in dem Umstande, daß das weit verbreitete Uebel der Goldmachersucht sich nachgerade zu offen in seinen traurigen Folgen zeigte, als daß nicht alle Menschenfreunde an seiner Bekämpfung hätten Theil nehmen sollen; und hierzu erschien kein Mittel geschickter, als die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu zu leugnen. Es wurde nachgerade ein Zeichen von Aufklärung und Vorurtheilsfreiheit, gegen die Alchemisten loszuziehen, und unter den Gegnern derselben erblicken wir auch Männer, welche in keiner Weise zu einer Entscheidung der Frage in wissenschaftlicher Beziehung befähigt waren. Die Patrone der Alchemie wurden immer seltener; Ernst August von Sachsen-Weimar (um 1740) begünstigte sie noch; auch Friedrich der Große schien ihr, wie wir oben (Seite 200) sahen, nicht abgeneigt, aber im Allgemeinen wurde die hermetische Kunst nur wenig mehr von oben her unterstützt. In eine um so mißlichere Lage gerieth aber die hermetische Kunst, da jede Angabe über

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Digitized by Google

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Metallveredlung, welche genauer mitgetheilt war, wie z. B. die erwähnten von Homberg und Cappel (Seite 167), als irrthümlich nachgewiesen wurde. Die wissenschaftlich gebildeteren unter den Alchemisten suchten zwar noch die Aenderung des Zeitgeistes aufzuhalten. Der Marburgische Professor Friedrich Joseph Wilhelm Schröder (geboren in Westphalen 1733, gestorben 1788) bemühte sich in seiner »Alchemistischen Bibliothek« (1772—1775), die Glaubwürdigkeit der historischen Beweise für Metallverwandlung gegen die wiederholten Angriffe zu schützen, und der berühmte Freiberger Chemiker Karl Friedrich Wenzel machte den Versuch, die wissenschaftliche Alchemie als höhere Chemie einerseits vor Verwechselung mit der gemeinen Goldmacherei zu bewahren, und andererseits sie den wiederholten Anfechtungen der eigentlichen Chemie als reiner Erfahrungswissenschaft zu entziehen. In seiner »Einleitung in die höhere Chemie« (1773) theilte er die Grundlehren seiner Ansichten mit; alle Metalle sind hiernach zusammengesetzt, und zwar lassen sich ihre Bestandtheile abscheiden, und wenn diese dann in veränderten Gewichtsverhältnissen wieder zusammengefügt werden, so entsteht ein von dem früheren verschiedenes Metall. Beweise theilte er nicht mit, aber später, 1783 in seiner »Lehre über die Verwandtschaft der Körper«, gab er einzelne Thatsachen an, welche die Metallverwandlung erweisen sollten. So verwandelt sich nach ihm Arsenik, über welchen man zu wiederholten Malen Salmiakgeist abzieht, und den man dann mit Blei schmilzt, in reines Silber (was im Blei steckte); von ähnlicher Art waren die anderen empirischen Beweise.

Alle diese angeblichen Thatsachen dienten zu nichts, als die Möglichkeit der Metallverwandlung immer mehr zu verdächtigen. Besonders nachdrücklich trat um diese Zeit (1777 und 1793) der bekannte Chemiker Wiegleb gegen die Alchemie auf, und suchte in seiner »historisch-kritischen Untersuchung der Alchemie« ihre gänzliche Unhaltbarkeit zu beweisen. Die Anhänger der hermetischen Kunst warfen ihm vor, er habe mehr als Kläger denn als Richter geschrieben, und die besten historischen Beweise für die Alchemie ausgelassen. Das Buch gefiel indeß schon deßwegen, weil es kräftig die Ansichten einer immer mächtiger werdenden Partei aussprach.

Price.

Zu dieser Zeit machte in England die Alchemie ihren letzten Anlauf, sich Anerkennung zu verschaffen; ein Mitglied der royal society zu London, Dr. James Price, Arzt zu Guilford, trat 1782 als Adept auf. Er hatte ein rothes und ein weißes Pulver, welche Quecksilber in

Digitized by Google

Gold oder Silber verwandeln sollten. Zehnmal machte er die Transmutation vor vielen Zeugen (ihre Anzahl belief sich auf drei bis zwanzig) und mit bestem Erfolg; 1 Gran der rothen oder weißen Tinctur verwandelte 30 bis 60 Gran Quecksilber in Gold oder Silber; das erhaltene Metall wurde jedesmal vollkommen kunstgerecht geprüft. Die Sache machte viel Aufsehen, unter den Anwesenden hatten sich mehrere hochstehende Personen befunden, und König Georg III. wollte selbst eine Probe des verfertigten Silbers in Augenschein nehmen. Auch der königlichen Societät zu London wurden Probestücke der erzeugten Metalle vorgelegt; sie übertrug die Untersuchung dem berühmten Kirwan. Man verlangte von Price, in Gegenwart von Mitgliedern der Societät seine Versuche zu wiederholen, oder aber die Bereitung der Tincturen anzugeben; er lehnte beides ab, ersteres unter dem Vorwande, sein ganzer Vorrath an Tinctur sei erschöpft, und zu einer nochmaligen Ausarbeitung könne er sich nicht verstehen. Ehrenrührige Gerüchte kamen nun gegen Price in Umlauf, und um sich nicht selbst als Taschenspieler zu bekennen, versprach er, die Ausarbeitung zu wiederholen. Er fing 1783 wieder in Guilford an zu arbeiten, aber ohne Erfolg. Seine dortigen Freunde fühlten sich compromitirt, und zogen sich von ihm zurück; sein guter Ruf war beinahe vernichtet. Anfangs August 1783 machte er seinem Leben durch Vergiftung mit Kirschlorbeerwasser ein Ende.

Letzte Vertheidigung der Alchemie. Price.

Dieser letzte Vorfall brach der Alchemie in der öffentlichen Meinung den Stab. Das große Publicum glaubte nicht mehr daran, und damit war der Alchemie ihre beste Stütze genommen. Die Chemiker aber sprachen sich immer bestimmter gegen die theoretische Möglichkeit der Metallverwandlung aus.

Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogistische Chemie.

So lange man noch die Metalle als zusammengesetzte Körper betrachtete, gleichviel wie, konnte man die Möglichkeit einer Transmutation nicht ganz von der Hand weisen. So glaubte noch 1784 der bis dahin der phlogistischen Theorie treu gebliebene Guyton de Morveau an die Umwandlung des Silbers in Gold (Seite 167), und selbst Bergman war der Ansicht, daß man keineswegs allen Erzählungen von Metallverwandlung unbedingt die historische Glaubwürdigkeit absprechen könne. Aber als sich, namentlich durch Lavoisier's Einfluß auf die Chemie, der Begriff von chemisch einfachen Körpern immer bestimmter entwickelte und die Metalle als solche anerkannt wurden, sah man es als entschieden an, daß nach chemischen Principien kein Metall in das andere verwandelt werden könne.

Digitized by Google

Sind die Metalle chemisch unzerlegbare, einfache Körper, so kann nicht eins derselben durch chemischen Proceß, und das soll doch die Wirkung des Steins der Weisen sein, in das andere übergehen. So trug die antiphlogistische Theorie auch zum Sturze der Alchemie bei. Die Hermetiker wurden seltener; doch war ihre Zahl immer noch groß genug. Allein wer sich noch mit Alchemie beschäftigte, that dies, von dem letzten Jahrzehent des vorigen Jahrhunderts an, nicht mehr öffentlich.

Die hermetische Gesellschaft.

Das letzte Zeugniß über die Theilnahme, welche die Alchemie vor noch nicht langer Zeit fand, legen die Ereignisse ab, welche mit der Thätigkeit der hermetischen Gesellschaft in Verbindung stehen. Dieser Gesellschaft gedachten wir schon früher mehrfach (Seite 191 und 227); wir wollen hier etwas genauer auf ihre Besprechung eingehen, da sich in ihr der letzte Aufschwung der alchemistischen Bemühungen kund thut, und zudem bisher über sie nur Weniges aufgeklärt war [1]).

Durch einen Aufsatz in einer der damals gelesensten deutschen Zeitschriften, dem Reichsanzeiger, erhielt 1796 zuerst die Welt Kunde von dem Bestehen einer hermetischen Gesellschaft. Als Zweck derselben wurde angegeben, daß man zur Entscheidung über den Grund oder Ungrund der Alchemie hinarbeiten wolle; die Liebhaber der Alchemie wurden eingeladen, mit der hermetischen Gesellschaft, durch Vermittelung der Redaction des Reichsanzeigers, in Verbindung zu treten und offen mitzutheilen, nach welchen Verfahrungsweisen sie bisher gearbeitet hätten und zu welchen Resultaten sie gelangt seien; guter Belehrung könnten sie versichert sein.

Dieser Aufruf verfehlte seinen Zweck nicht. Aus ganz Deutschland liefen bald Briefe an die hermetische Gesellschaft ein, und aus dieser Correspondenz sieht man recht deutlich, wie die Alchemie damals noch in allen Klassen der Gesellschaft zahlreiche Anhänger hatte. Da liefen Briefe ein von pensionirten Officieren, — die sogleich besiegelte Ehrenwortsscheine mitschickten, daß sie das Geheimniß des Steins der Weisen, welches sie umgehend mitgetheilt zu erhalten hofften, nicht wegsagen wollten, — und von Schneidern und Schustern; von Leibärzten deutscher Fürsten und von armen Dorfschulmeistern, von Apothekergehülfen, Geheime-Kriegsräthen, Uhrmachern,

[1]) Die Papiere der hermetischen Gesellschaft, ihre ganze Correspondenz, befinden sich im Besitz der Universitätsbibliothek zu Gießen. Aus ihnen ist entnommen, was ich oben mittheile.

Digitized by Google

Die hermetische Gesellschaft.

Registratoren, Schlossern und Organisten; von Leuten jeglichen Standes. Alle schrieben mehr oder weniger offen, mit was sie bisher gearbeitet hatten, und was ihr Resultat war; Alle hatten Nichts herausgebracht, und baten flehentlich um sichere Anleitung, wie man das große Elixir bereite; Alle glaubten fest, eine große hermetische Gesellschaft, ein Verein grundgelehrter Alchemisten existire wirklich, und von ihm werde ihnen sichere Unterweisung zukommen.

Die hermetische Gesellschaft, an welche sie sich wandten, zählte indeß nur zwei wirkliche Mitglieder. Es waren dies zwei westphälische Aerzte, Dr. Kortüm in Bochum, welcher sich schon früher als Anhänger der Alchemie und namentlich als Widersacher Wiegleb's hervorgethan, auch eine »Vertheidigung der Alchemie gegen die Einwürfe einiger neueren Scheidekünstler, besonders gegen Wiegleb« (1789) und »Noch ein Paar Worte über Alchemie und Wiegleb« (1791) geschrieben hatte (längere Beachtung hat unter seinen literarischen Erzeugnissen die »Jobsiade« gefunden, an deren Held uns, dem Namen wenigstens nach, einer der unten angezeigten alchemistischen Tractate noch ganz besonders erinnert), und Dr. Bährens zu Schwerte bei Dortmund. Beide waren von der Wahrhaftigkeit der Alchemie überzeugt, glaubten aber, die Auffindung des Steins der Weisen könne nur durch gemeinsames Zusammenwirken Vieler erlangt werden. Für die wahre Materia prima hielten sie das Erdpech oder den Theer aus Steinkohlen (vergl. Seite 227), und munterten zu der Bearbeitung dieses Stoffs auf, ohne jedoch geradezu abzurathen, wenn ein Anderer in eine andere Substanz große Hoffnungen setzte. Sie schrieben, als hermetische Gesellschaft, die Antworten auf die zahlreich eingehenden Schreiben, und wehrten namentlich dem ungestümen Eifer, mit welchem mehrere Liebhaber der Alchemie auf offene Mittheilung des Geheimnisses drangen. »Palliativisch beantwortet«, heißt die Randbemerkung auf den meisten Briefen, die an sie eingelaufen waren. Mit vielem Geschick wußten sie auch Jahre lang ihren Correspondenten gegenüber den Schein zu wahren, als ob die Antworten nicht von Individuen, sondern von einer großen Gesellschaft gemeinsam abgefaßt wären. Am lebhaftesten ging die Correspondenz in den Jahren 1796 bis 1803; auch ein »hermetisches Journal« begannen sie herauszugeben, welches sich den früheren alchemistischen Schriften würdig anschließt. Ein Tractat »von der philosophischen Auflösung«, eine Abhandlung »über die chemisch-mystische Theosophie«, eine »Beschreibung des Universalprocesses

Digitized by Google

Die hermetische Gesellschaft.

nach Toussetaint«, ein Aufsatz »von dem philosophischen Spießglasöhle«, ein alchemistischer Zuspruch: »Josua Jobs an die Wanderer im Thale Josaphat« und ein »System der Hermetik« füllen das erste (1802 erschienene) Heft dieser für das 19. Jahrhundert einzigen Zeitschrift. Diese Abhandlungen machten auf die Alchemisten immer noch den gewünschten Eindruck, und einzelne Ansichten ermangeln allerdings einer gewissen Tiefe nicht, wie z. B. folgende Stellen aus dem »System der Hermetik«: »Die Erde ist eine lockere, schwere, zerreibliche, grobe Substanz, kalt und melancholisch, dem Saturn geeignet, — das Licht ist ein Ausfluß des feurigen Naturgeistes, — das Feuer ist das reinste Element, fix, hitzig, trocken, ruhig, verzehrend, majestätisch und der Thron der Gottheit« und viele ähnliche. Dabei mangelten nicht Citationen aus den ausgezeichnetsten der damaligen neueren Schriftsteller, und zur Erklärung dessen, was philosophische Auflösung sei und worauf sie beruhe, stützte man sich namentlich auf Kant's metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. — Auch Diplome theilte die hermetische Gesellschaft aus, allein es wurden nur Ehrenmitglieder ernannt [1]). Auf diese Art wurde der Glaube an die Existenz eines großen Vereins bestärkt. Bald bildeten sich kleinere Vereine, z. B. in Königsberg und namentlich in Karlsruhe, wo ein Baron Sternhayn sich hauptsächlich durch seinen Eifer für die hermetische Gesellschaft auszeichnete. Der Karlsruher Verein theilte sich in zwei Klassen; für die untere wurden hermetische Vorträge gehalten, wobei Eckartshausen's sogleich zu besprechende Schrift als Compendium zu Grunde gelegt wurde, die obere lag praktisch der Hermetik ob. Auch Sternhayn glaubte Mitglied eines großen

[1]) Ein solches Diplom lautete: Societas Philosophiae Hermeticae, abstrusioribus naturae arcanis operam navans, eligit, declarat, recipit dominum N. N. ob singulare de re chemica bene merendi studium in numerum sociorum honorarium, quorum est animo constanti, philosophiae studio flagranti, corde puro, moribusque integris veritati studere, auctores optimae notae consulere, philosophorum mysteria eruere, ambiguitates homonymas relinquere, consortium pseudophilosophorum syrtesque Alchemistarum vitare, et id, quod inde boni et certi resultet, in honorem Divini Numinis, in usum patriae et in solamen inopia laborantium referre. Dabamus d. — — 179 — — Societas Hermetica. Das Siegel der Gesellschaft hatte die Umschrift Studio et sapientia, die Unterschrift Soc. Herm.; auf ihm war neben vielen mystischen Zeichen eine aufgehende Sonne. Dem Diplom beigefügt war in einem Umschlag mit chinesischen Charakteren eine kleine Wünschelruthe.

Digitized by Google

Bundes zu ſein, und verſicherte, nachdem ihm das Diplom als Ehrenmitglied zugefertigt worden war, er fühle ſich durch den Beſitz dieſes Papiers mehr geehrt, als durch das Pergament ſeines Adelsbriefes. Uebrigens ſtanden ſelbſt einzelne Chemiker vom Fach, deren bekannte Namen hier zu finden man ſich nicht genug wundern kann, mit der hermetiſchen Geſellſchaft in Verbindung. — Lebhaft währte das Treiben des Vereins fort von 1796 bis etwa 1804, ungeachtet einzelner Angriffe, wie z. B. von Wiegleb 1797 und von Benzenberg 1803; der Reichsanzeiger blieb neben dem hermetiſchen Journal das Organ der Geſellſchaft, und in dem Jahrgange für 1798 ſteht eine ganze Reihe alchemiſtiſcher Aufſätze. Von jener Zeit an wird die Correſpondenz magerer; Sternhayn in Karlsruhe zeigte ſich indeß ſtets noch vorzüglich thätig und fand auch Anhänger; noch 1808 bis 1811 wurde in Karlsruhe unter mächtigem Schutz eifrig Alchemie getrieben. Immer mehr wandten ſich indeß die Alchemiſten von der hermetiſchen Geſellſchaft wieder ab, da ihnen keine Förderung ihres Vorhabens zu Theil wurde; bis 1819 läßt ſich indeß die Thätigkeit des Vereins noch verfolgen; nach dieſer Zeit hörte ſie auf.

Die hermetiſche Geſellſchaft.

Im Allgemeinen kann man die Anhänger der hermetiſchen Geſellſchaft nur unter die Materialiſten klaſſificiren; die Mittel, durch welche ſie die Metallverwandlung auszuführen ſtrebten, ſollten materiell chemiſch wirken. Aber auch Proben myſtiſcher Chemie hat das 19. Jahrhundert noch aufzuweiſen, ſehr vereinzelte zwar nur, denn der myſtiſche Glaube über Metallerzeugung verliert ſich faſt ganz ſchon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts (vergl. Seite 239). Doch muß hier des letzten Probeſtücks dieſer Anſichten noch erwähnt werden, ſo wenig Einfluß es im Ganzen auch ausgeübt hat. — Während die früheren Myſtiker unter den Alchemiſten die Sünden im Allgemeinen nur als faeces und Unreinigkeiten bezeichneten, die bei der himmliſchen Sublimation zurückbleiben (vergl. Seite 236), unterſuchte Eckartshauſen ihre chemiſche Natur genauer in ſeinem Werke: »Die Wolke über dem Heiligthum, oder Etwas, wovon ſich die ſtolze Philoſophie unſers Jahrhunderts nichts träumen läßt« (1802), und aus ſeinen Forſchungen geht hervor, daß alle Sünden nur Varietäten, polymere und iſomere Modificationen, des Gluten ſind. »In unſerm Blute,« ſagt er, »liegt eine zähe Materie, Gluten genannt, verborgen, die mit der Animalität nähere Verwandtſchaft als mit dem Geiſte hat; dieſes Gluten iſt der Sündenſtoff, die Materie der Sünde. Dieſe Materie kann durch ſinnliche Reize verſchieden modificirt werden, und nach der Art der Modification die-

Alchemiſtiſcher Myſticismus in dem 19. Jahrhundert.

Digitized by Google

ses Sündenstoffs unterscheiden sich im Menschen die bösen Neigungen zur Sünde. In ihrem höchsten Ausdehnungszustande bewirkt diese Materie Hochmuth, Stolz; in ihrem höchsten Attractionszustande Geiz, Selbstliebe, Egoismus; in ihrem Repulsionszustande Wuth, Zorn; in der Cirkelbewegung Leichtfertigkeit, Geilheit; in ihrer Excentricität Fraß, Völlerei; in ihrer Concentricität Neid; in ihrer Essentialität Trägheit.«

Mit dieser Leistung tritt der Mysticismus in der Alchemie ab.

Jetziger Stand der Alchemie.

Mit der hermetischen Gesellschaft hört die genauere Kenntniß über die Fortdauer der Alchemie auf; die Zahl der Alchemisten muß sich sehr verringert haben, oder ihre Arbeiten müssen sehr geheim getrieben werden. Die Literatur der Alchemie hat in dem 19 Jahrhundert außer dem eben Erwähnten nichts aufzuweisen, als einige historische Arbeiten, unter welchen die Geschichte der Alchemie (1832) von Professor Karl Christoph Schmieder in Kassel eine besonders vollständige Uebersicht der Literatur giebt. Wenige indeß werden der Ansicht dieses Gelehrten beipflichten, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Existenz des Steins der Weisen historisch vollkommen erwiesen seien.

In dem 19. Jahrhundert kommt noch ein Umstand hinzu, welcher die Chemiker mehr als je die Möglichkeit der Metallverwandlung bezweifeln läßt Es ist dies die atomistische Theorie, welcher die Chemiker seit 1808 fast alle beitraten. Mit der Annahme chemisch unzerlegbarer Atome aber erscheint jeder Gedanke an die Möglichkeit, die Atome eines Elements durch chemische Mittel in die eines andern umzuwandeln, unvereinbar.

Wenige Stimmen nur haben sich in unserem Jahrhundert dahin ausgesprochen, daß doch nicht alle historischen Beweise, welche die Geschichte der Alchemie für die Metallverwandlung anführt, widerlegt seien. Wenige auch nur ohne Zweifel beschäftigen sich praktisch mit der Darstellung des Steins der Weisen. Es giebt indeß noch Alchemisten. In Thüringen und Hannover opfern noch einzelne Familien der Goldmacherkunst ihre Kräfte und ihr Vermögen; noch 1837 wurde dem Gewerbeverein zu Weimar eine (bereits goldhaltige) Tinctur von einem thüringer Alchemisten zugestellt, damit sich die Mitglieder selbst von der, wenn auch nur schwach, veredlenden Kraft derselben überzeugen könnten. Wissenschaftlich wird die Alchemie zu Paris betrieben, und Diejenigen, welche den spiritus mundi als das Mittel zur Metallveredlung suchten (vgl. Seite 230), behalten vielleicht doch noch Recht. Es äußert sich Baudrimont in seinem Traité de Chimie, T. I. (1844): Il

Digitized by Google

Jetziger Stand der Alchemie.

résulte de l'étude des philosophes alchimiques, qu'un des éléments principaux de la poudre de projection existe dans l'air. Selon M. Javary, cet élément serait l'oxygène. L'oxygène, employé convenablement, serait donc l'agent qui pourrait un jour nous reproduire les prodiges de l'alchimie. M. Javary a déja obtenu des résultats si curieux et si dignes d'interêt, en suivant les indications des alchimistes, que j'ai quelque espoir de voir réussir l'opération du grand oeuvre. Auch ſonſt findet man noch hin und wieder Alchemiſten, aber meiſt wird es erſt nach ihrem Tode bekannt, daß ſie der hermetiſchen Kunſt huldigten. Für Europa hat die Alchemie keine Bedeutung mehr.

Ob für andere Länder, iſt eben ſo unwahrſcheinlich. Bei den Arabern allein finden ſich in den neueren Zeiten noch einige Spuren. Carſten Niebuhr traf auf ſeiner Reiſe (1761—1767) mehrere Alchemiſten; ihre Bemühungen waren aber eben ſo fruchtlos, wie die ihrer Kunſtgenoſſen in Europa, und bittre Armuth war auch das Loos dieſer Nachkömmlinge von Geber's Stamme. — Aus Baſſora wird noch vom Jahre 1814 eine Transmutationsgeſchichte berichtet; ihrer wird indeß nur gelegentlich von einem engliſchen Reiſenden, Kinneir, erwähnt, und ſie mag ſomit hier nicht weiter beachtet werden.

So ſehen wir die Alchemie allmälig vom Schauplatz verſchwinden; daß ſie je eine reelle Baſis hatte, iſt in keiner Weiſe anzunehmen, wenigſtens verträgt ſich dieſe Annahme mit Allem, was wir jetzt in der Chemie für wahr zu halten Urſache haben, abſolut nicht. Für irrig müſſen wir von unſerm jetzigen Standpunkte aus die Anſicht halten, daß den hiſtoriſchen Beweiſen für die Metallverwandlungen ſpäter noch Glaubwürdigkeit zuerkannt werden wird, ähnlich wie jetzt ſo viele frühere Meteorſteinfälle als unzweifelhaft anerkannt werden, obgleich der Glaube daran vor funfzig Jahren Aberglaube war, und alle derartigen Erfahrungen auf Täuſchungen beruhen ſollten, weil es ſich nicht mit damals ausgemachten Naturgeſetzen vertrug, daß ein Stein vom Himmel fallen kann. Es iſt nach unſerem jetzigen wiſſenſchaftlichen Standpunkte nicht anzunehmen, daß die Wahrhaftigkeit der Alchemie je dargethan werde, aber ich muß auch geſtehen, daß es mir bei einigen Transmutationsgeſchichten eben ſo unbegreiflich bleibt, wie ſich Männer von notoriſch rechtlichem Charakter, welche keinen Gewinn von einer Betrügerei haben konnten, und auch die, zudem ſo leichten, Mittel zur Prüfung beſaßen und anwenden konnten, betrogen haben oder

Digitized by Google

täuschen lassen sollten — als mir die Metallverwandlung selbst unbegreiflich ist.

Wir haben jetzt die Alchemie nach allen ihren Einzelnheiten kennen gelernt. Ueberblicken wir das Ganze noch einmal, und beurtheilen Jedes so gut wir es jetzt können, so finden wir als Resultat die in der Geschichte aller Wissenschaften nicht selten vorkommende Erscheinung, daß eine verhältnißmäßig unbedeutende richtige Wahrnehmung die Grundlage bedeutender, weit um sich greifender Irrthümer wird. Man nahm wahr, daß ein gewisser Stoff in geringer Menge einem Metall eine andere Farbe mittheilen kann. Aus dieser Verwandlung der Farbe wird die Möglichkeit einer Metallverwandlung nach allen Eigenschaften gefolgert und als Thatsache ausgesprochen; das wörtliche Auffassen bildlicher Redensarten fügt den Glauben an die Universalmedicin hinzu; in derselben Art, und durch den Umstand begünstigt, daß früher die Zeit nach Gebeten bestimmt wurde, verbindet sich mit der Alchemie religiöser Mysticismus, und so tritt eine falsche Richtung nach der andern fast unvermerkt ein. Jeder dieser Auswüchse entwickelt sich schnell, bald steht er scheinbar ganz selbstständig da, und nur aufmerksame Rückverfolgung lehrt die dürftige Quelle kennen, welcher so breite Ströme von Verirrungen entflossen sind.

Digitized by Google

Geschichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenstände.

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

Unter den theoretiſchen Lehren der Chemie, deren Geſchichte wir genauer zu erörtern haben, nimmt die Affinitätslehre die erſte Stelle ein. Die Affinitätslehre faßt jetzt faſt Alles in ſich, was durch zahlreiche einzelne Beobachtungen an allgemeinen Reſultaten für die Chemie gewonnen worden iſt, und die chemiſche Kenntniß jedes einzelnen Körpers iſt nur das Wiſſen, in welcher Weiſe er den allgemeinen Geſetzen der Affinitätslehre folgt. Wie dieſe Lehre ſich entwickelte, wollen wir hier betrachten, und die Geſchichte einiger anderer theoretiſcher Gegenſtände, die mit der erſteren im engſten Zuſammenhange ſtehen, zugleich mit in den Kreis der Darſtellung ziehen. Aus was entſtehen die chemiſchen Verbindungen, oder in welche letzten Beſtandtheile laſſen ſie ſich zerlegen? durch welche Kraft, nach welchen Geſetzen und mit welchem Erfolg gehen chemiſche Umbildungen und Zerſetzungen vor ſich? — Das ſind die Fragen, welche zu beantworten viele Verſuche gemacht wurden, über die wir hier zu berichten haben. Um den Gegenſtand vollſtändiger überblicken zu können, haben wir alſo zuerſt die Anſichten der verſchiedenen Zeiten in Betreff der letzten Beſtandtheile der chemiſchen Verbindungen, der Elemente, zu betrachten; ſodann die Auffaſſung und Benennung des Begriffs der Affinität, die Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der chemiſchen Verwandtſchaft und ihrer verſchiedenen Art zu wirken, die theoretiſchen Vorſtellungen, welche man ſich über die Urſache der Verwandtſchaft machte, kennen zu lernen. An die Darſtellung, wie der Begriff der chemiſchen Verbindung als einer Folge der Affinität erkannt wird, lehnt ſich dann die Unterſuchung an, wie die Wirkungen der Affinität überhaupt, namentlich aber das Zuſammentreten von Beſtandtheilen nach beſtimmten Ver-

Digitized by Google

Einleitung. hältniſſen, ſtudirt werden, wie die Stöchiometrie zu einem der wichtigſten Theile unſerer Wiſſenſchaft herangebildet wird; wir haben Einiges darüber anzugeben, wie der Gegenſatz zwiſchen Löſungen und eigentlichen chemiſchen Verbindungen erkannt wurde. Weiter haben wir durchzugehen, wie der Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und den phyſikaliſchen Eigenſchaften bei Verbindungen erforſcht wurde; endlich wie ſich die Nomenclatur der chemiſch wichtigeren Subſtanzen, wie ſich ihre Bezeichnung durch beſondere Charaktere im Laufe der Zeiten verändert und ausgebildet hat. — Die Betrachtung der verſchiedenen Anſichten über die chemiſchen Grundſtoffe ſoll uns zuerſt beſchäftigen.

Digitized by Google

Anſichten über die Elemente.

Als eine der Fragen, an deren Beantwortung ſich der Forſchungsgeiſt der Menſchen am früheſten übte, finden wir die: Wie und aus was iſt die Welt entſtanden? In Bezug auf das letztere, in Bezug auf die letzten Beſtandtheile aller uns wahrnehmbaren Materie eine Vorſtellung zu gewinnen, wurde lange Zeit die Speculation einzig und allein als Hülfsmittel angewandt; ſpät erſt arbeitete auch die empiriſche Naturforſchung in dieſer Richtung, und ſuchte auch von ihrem Standpunkte aus in jener Beziehung zu Reſultaten zu gelangen; zu der philoſophiſchen Auffaſſung der Elemente trat die empiriſche, die chemiſche Aufſuchung derſelben. Wie ſich in letzterer Beziehung, für die Chemie, die Anſichten über die Elemente geſtalteten, wollen wir hier betrachten; nothwendig iſt es aber, Einiges über die früheren philoſophiſchen Meinungen vorauszuſchicken, da ſich die chemiſchen Anſichten an ſie anlehnten, oder in ihrer Verbreitung vielfach den Einfluß dieſer früher geäußerten Meinungen erfuhren.

Aelteſte Anſichten über die Elemente.

Was die letzten Beſtandtheile der Körper ſeien, darüber finden wir ziemlich ähnliche Anſichten ſeit den älteſten Völkern, deren Meinungen darüber uns die geſchichtlichen Denkmäler aufbewahrt haben, bis in dem erſten Jahrtauſend unſerer Zeitrechnung aufgeſtellt und angenommen. Bei den älteſten Völkern finden wir bald die Anſicht, daß Ein Urſtoff exiſtire, bald die, daß aus mehreren Elementen alle Körper zuſammengeſetzt ſeien. So galt den Perſern das Feuer als der einzige Urſtoff, den Aegyptern das Waſſer. Auch bei den Indiern iſt dieſe letztere Anſicht ausgeſprochen, aber in anderen ihrer früheſten Schriften werden fünf Elemente genannt, als durch Vereinigung alle Materie bildend: das Feuer, der Aether, das Waſſer, die Luft und die Erde. Nach dieſen bildet die Vereinigung der genannten Elemente auch die

Digitized by Google

Aelteste Ansichten über die Elemente.

organischen Substanzen, und Sterben ist die Beginnung des Zurückgehens des menschlichen Körpers in seine Elemente. Unter den hier genannten Begriffen schwankte die Wahl der Denker auch anderer Völker, die bald Einen von ihnen als den einzigen Urstoff, bald mehrere als die Elemente der wahrnehmbaren Materie betrachteten.

Das Volk, dessen Ansichten über diesen Gegenstand uns am besten bekannt sind und für die folgenden Zeiten den größten Einfluß ausübten, sind die Griechen. Bei ihnen scheint in den ältesten Zeiten das Wasser als erster Grundstoff betrachtet worden zu sein, zuerst mehr in mythischer Auf-

Thales' Ansichten.

fassung, bis Thales (um 600 vor Chr.) es bestimmt aussprach, und die Richtigkeit seines Ausspruchs aus der Nothwendigkeit des Wassers für die Entwicklung aller Wesen darzuthun suchte. Er fand in der Feuchtigkeit die Hauptbedingung des Entstehens organischer (vegetabilischer wie thierischer) Wesen, und glaubte hiernach annehmen zu können, auch für die Entwicklung des Weltalls sei die Gegenwart von Wasser erste Bedingung gewesen, das Wasser also Grundprincip aller Dinge. Andere Philosophen waren

Anaximenes' Ansichten.

anderer Ansicht. Anaximenes von Milet setzte an die Stelle des Wassers die Luft, und leitete die Entstehung aller Körper aus einer Verdünnung oder Verdickung derselben ab, indem im ersteren Falle Feuer, im zweiten dagegen Wasser entstehe. Wird auch bei ihm die Luft als erstes Princip angesehen, so sind doch noch für ihn auch Feuer und Wasser in den Eigenschaften unter sich und von der Luft verschiedene Elemente; es sind Modificationen des Urelements. Die Ansicht des Anaximenes hat für uns Bedeutung, weil sich in ihr zuerst der Begriff von einer Verwandlung der Elemente findet, wenn auch zunächst nur darin, daß er für dasselbe Urelement verschiedene Zustände annahm. Später, wo Wasser, Feuer und Luft als von einander unabhängige Elemente betrachtet wurden, wo man nicht mehr das eine als früher entstanden und die anderen als erst später sich daraus entwickelt habende ansah, blieb doch die Vorstellung von der Möglichkeit einer Verwandlung der Elemente in einander. Und als man an die Stelle der rein durch Speculation gefolgerten Urstoffe andere, von der Erfahrung weniger oder mehr angezeigte, setzte, glaubte man ebenfalls noch an die Möglichkeit der Verwandlung derselben in einander, welche Ansicht sich in der Chemie zu verschiedenen Zeiten geltend zu machen suchte.

Heraclit's Ansichten.

Aehnlich wie Anaximenes die Luft, nahm Heraclit von Ephesus (um 500 vor Chr.) das Feuer als das Urprincip aller Dinge an, welches sich

Digitized by Google

in Waſſer und Erde verwandeln könne. So finden wir bei den erwähnten griechiſchen Philoſophen alle die Begriffe erwähnt, welche ſpäter in der Lehre von den vier Elementen zuſammengefaßt wurden, aber in verſchiedener Auffaſſung, inſofern Jeder eins dieſer vier Elemente als das anfängliche und die anderen als Modificationen deſſelben betrachtete. — Wir ſehen in der Geſchichte der griechiſchen Philoſophie noch andere Denker, deren Anſichten von den eben beſprochenen abweichen, und ſich den chemiſchen mehr nähern, inſofern in Bezug auf dieſen Gegenſtand eine Vergleichung zwiſchen der Art zu ſchließen jener Zeit und der ſpäteren, wo die Chemie wiſſenſchaftlich betrieben wurde, ſtatthaft iſt. So ſah Anaximander von Milet (um 610 vor Chr.), über deſſen Lehren wir jedoch nur zweifelhafte Nachrichten haben, die verſchiedenen Stoffe nicht als durch Verdünnung oder Verdichtung Eines Urprincips entſtanden an, wenn er gleich ein nicht näher beſtimmtes Urweſen zugab, ſondern durch Ausſcheidung, indem ſich aus dem Urſtoff gewiſſe Theile ausſcheiden, wo ſich dann das Verwandte zu einander wende; und Anaxagoras von Clazomene (um 450 vor Chr.) nahm noch mehr in Uebereinſtimmung mit neueren Anſichten an, daß vor der Entſtehung der Erde in ihrem jetzigen Zuſtande ein Chaos exiſtirt habe, in welchem bereits alle Stoffe, aber nicht vereinigt, enthalten geweſen wären. In jedem Stoff nahm er gleichartige Theilchen (ὁμοιομέρειαι) an, die für die verſchiedenen Stoffe verſchieden ſeien, in dem Chaos zertheilt vorhanden geweſen wären, und ſich bei Ordnung der Dinge zu größeren gleichartigen Maſſen vereinigt hätten.

Aelteſte Anſichten über die Elemente.

Anaximander's Anſichten.

Anaxagoras' Anſichten.

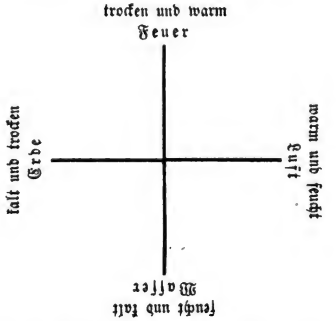
Diejenige Lehre über die Elemente indeß, welche alle anderen verdrängte, und lange Zeit hindurch die allein angenommene blieb, war die des Ariſtoteles, über welche wir bereits im I. Theile (Seite 29 f.) geſprochen haben, als von einem der paſſendſten Beiſpiele für die Methode der griechiſchen Philoſophen bei Behandlung naturwiſſenſchaftlicher Probleme. Ariſtoteles' Annahme von vier Elementen mit beſonders ausgezeichneten Eigenſchaften (Feuer trocken und warm, Luft warm und feucht, Waſſer feucht und kalt, Erde kalt und trocken) verbreitete ſich ſchnell, und wir begegnen ihr ſpäter bei allen Völkern, wo ſich wiſſenſchaftliche Unterſuchungen vorfinden, als der allein angenommenen. Bei den Griechen wurde dieſe Lehre die herrſchende; bei den Römern ſehen wir ſie gleichfalls als wahr anerkannt, wie ſich aus Plinius ergiebt; zu den Arabern drang ſie ſchon im ſechsten Jahrhundert, wo des Ariſtoteles Schriften in das Arabiſche überſetzt wurden. Auch bei den ſpäteren Griechen erhielt ſie ſich in ihrer Autorität;

Ariſtoteles' Anſichten.

Digitized by Google

Aelteſte Anſichten über die Elemente. Anſichten der Scholaſtiker.

Michael Pſellus (um 1050), unter den Byzantinern der damaligen Zeit einer der bekannteſten Gelehrten, bekannte ſich zu ihr. In der ſcholaſtiſchen Philoſophie der Abendländer erhielt ſie ſich im größten Anſehen bis in das 16. Jahrhundert. Wie hier die Lehre von den Elementen ſich entwickelte, iſt für die Geſchichte der Chemie merkwürdig, weil gerade zu jener Zeit man auch in anderer, chemiſcher, Beziehung auf denſelben Gegenſtand zu ſchließen begonnen hatte. Bei den Scholaſtikern galt als Definition der Elemente: einfache Stoffe, in welche ſich andere zerlegen laſſen; als allgemeine Eigenſchaften der Elemente: Unzerlegbarkeit und Fähigkeit, ſich zu verwandeln. Die Fähigkeit, daß ſich ein Element in ein anderes verwandeln kann, beruht auf der Aehnlichkeit der Grundeigenſchaften je zweier Elemente, die unter folgendem Schema verſinnlicht wurde:



nach welchem jedes der Elemente zwei Eigenſchaften, und zwar die eine in höherem, die andere in geringerem Grade beſitzt, und mit jedem der beiden ihm benachbarten Eine Eigenſchaft gemein hat, und durch zunehmendes Vorwalten dieſer Eigenſchaft in dieſes übergehen kann. Die vier in dem obigen Schema angeführten Eigenſchaften hießen qualitates primae, welche als die qualitates secundas hervorbringend angeſehen wurden. Als letztere galten z. B. Dichtigkeit, Härte u. ſ. w., indem man die Dichtigkeit als Wirkung der Kälte betrachtete, welche die Theilchen der Körper einander nähert, die Lockerheit umgekehrt als Wirkung der Wärme; die Härte als Wirkung der Trockenheit, die Weichheit als die der Feuchtigkeit. Außerdem wurden die Elemente noch in leichte und ſchwere eingetheilt. Als leichte, die näm-

Digitized by Google

lich ein Beſtreben haben, ſich von unſerem Weltkörper weg zu bewegen, betrachtete man das Feuer und die Luft, und zwar unterſchied man erſteres als das abſolut leichte und die letztere als das relativ leichte Element. Waſſer und Erde hingegen galten als ſchwere Elemente, erſteres als relativ ſchweres, letztere als abſolut ſchweres.

Erſte Verſuche, die chemiſchen Elemente zu beſtimmen.

Während indeß noch die meiſten Gelehrten bis zum 16. Jahrhundert den Ariſtoteliſchen Anſichten beitraten, waren doch ſchon früher Verſuche gemacht worden, in anderer Weiſe auf die Elementarbeſtandtheile der Körper zu ſchließen. Als die erſte Aeußerung dieſer Art müſſen wir die im 8. Jahrhundert bereits aufgeſtellten Anſichten Geber's betrachten, wonach Schwefel und Queckſilber die Elemente, zunächſt der Metalle, ſein ſollen. Wir haben hier die erſte Annäherung dazu, beſtimmte Stoffe als Elemente im chemiſchen Sinne des Worts darzuthun; während die Elemente des Ariſtoteles mehr Zuſtände der Körper bezeichnen, nimmt Geber den Schwefel und das Queckſilber ſchon mehr als die wirklichen Elementarbeſtandtheile der Metalle an, und ſucht die Verſchiedenheit der letzteren auf ungleiche quantitative Miſchungsverhältniſſe und ungleiche Reinheit der Elemente zu beziehen. Inwiefern unter Schwefel und Queckſilber nicht die gemeinhin ſo genannten, für ſich darſtellbaren Subſtanzen verſtanden wurden, darauf habe ich bereits im I. Theile, Seite 45, aufmerkſam gemacht, und werde unter den Abſchnitten »Metalle«, »Schwefel« und »Queckſilber« darauf zurückkommen. Geber's Anſichten nahmen die ihm folgenden Alchemiſten an, mit kleinen Abänderungen einzelner, die als die Früchte der Bekanntſchaft mit der Ariſtoteliſchen Philoſophie und eines unwillkürlichen Anhängens an dieſelbe angeſehen werden müſſen. So führt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in den Metallen außer Schwefel und Arſenik noch Waſſer als Elementarbeſtandtheil an, deſſen Kälte die Starrheit dieſer Subſtanzen bedinge. »Non autem dubium est, metallica congelari frigido aquae; igitur humor erit omnium horum materia,« drückt er ſich in ſeinem Werke de rebus metallicis aus. — Den Geber'ſchen Anſichten ohne Zuthat traten Raymundus Lullus und Arnold Villanovanus in derſelben Zeit bei, und des Erſteren Autorität hauptſächlich hatte viel Einfluß darauf, daß noch lange Zeit ſich die Alchemiſten nicht von dieſen Meinungen losreißen konnten. Raymund Lull nennt die Beſtandtheile aller Stoffe ganz beſtimmt, aber doch manch-

Geber's Anſichten.

Albertus Magnus' Anſichten.

Raymund Lull's Anſichten.

Digitized by Google

Erſte Verſuche, die chemiſchen Elemente zu beſtimmen.

mal auch mit Erinnerung an die alte Lehre von den vier Elementen. So ſagt er in dem erſten Theile ſeines Teſtaments: Adhuc fili tibi manifestamus, quod omnis res mundi composita ex substantia quatuor elementorum substantialiter, non est nisi sulphur et argentum vivum. — Von

Baſilius Valentinus' Anſichten.

Baſilius Valentinus im 15. Jahrhundert wird neben Schwefel und Queckſilber noch Salz als Element betrachtet, und von ſeiner Zeit an wird auch allgemein angenommen, daß die genannten Stoffe nicht nur die letzten Beſtandtheile der Metalle, ſondern aller Körper ſeien. In ſeiner »Wiederholung des großen Steins der uralten Weiſen« ſagt er: »Ich habe Meldung gethan und angezeigt, daß alle Dinge aus dreien Weſen zuſammengeſetzt und gemacht ſind, als aus Mercurio, Sulphure und Sale, und das iſt wahr, was ich gelehrt habe.« Dieſe Verallgemeinerung wurde

Paracelſus' Anſichten.

beſonders im 16. Jahrhundert von Paracelſus ausgeſprochen und vertheidigt, welcher Schwefel, Arſenik und Salz in allen Subſtanzen der organiſchen wie unorganiſchen Natur annahm, und unter dieſen Begriffen theils die Art der mediciniſchen Wirkung der Körper, theils ihr phyſiſches Verhalten bei Einwirkung von Feuer bezeichnete, wie er denn unter dem Begriff Salz vorzugsweiſe die dadurch unzerſtörbaren Beſtandtheile, unter Queckſilber die ſich unzerſetzt verflüchtigenden, unter Schwefel die verbrennlichen verſtanden zu haben ſcheint. (Vgl. noch I. Theil, Seite 97.) In welcher Ausdehnung Paracelſus an das Vorhandenſein ſeiner angenommenen Urſtoffe glaubte, zeigen viele Stellen ſeiner Schriften; z. B. in ſeinem erſten Tractat von Mineralibus ſagt er: »Eiſen, ſtahel, bley, ſmaragd, ſaphir, kießling nichts anders ſeind, denn Schwefel, Salz und Mercurius«, und in ſeinem Manuale: »Soll aber zuvor melden, wie der Menſch aus Sulphure, Mercurio et Sale, gleich den Metallen ſeinen Urſprung nehme«; und viele andere Belege ließen ſich noch dafür anführen, daß er in allen Stoffen dieſelben Elemente, wenigſtens dem Namen nach, vorausſetzt, wenn er auch ſonſt wieder bemerkt, daß ein Element einige Verſchiedenheit zeigen könne, je nach dem Stoff, aus welchem es erlangt wurde.

Für die ganze Periode vom 8. bis zum 17. Jahrhundert können wir die eben beſprochenen Elemente als die bei den Chemikern angenommenen von denen, an welche die Philoſophen und Phyſiker glaubten, unterſcheiden, denn bei den letzteren bleiben ſtets noch die Ariſtoteliſchen Anſichten die beibehaltenen. Die Phyſiker bekümmerten ſich um die Frage nach den Elementen weniger; ſie nahmen die Körper als gegeben, und ſuchten für ſie die

Digitized by Google

physikalischen Gesetze aufzufinden, ohne die Zusammensetzung zu berücksichtigen. Bei den Chemikern selbst änderten sich die Ansichten über die Elemente bald. Als die medicinische Chemie sich mehr ausbildete, konnte die alte Lehre über Queckſilber, Schwefel und Salz als Urbestandtheile sich nicht länger erhalten; die Chemiker, welche der medicinischen Richtung angehörten, sehen wir ihre Forschungen mehr auf die wirksamen Bestandtheile (als welche sie Säure und Laugensalz zu erkennen glaubten) richten, als auf die letzten Elemente; doch haben auch einige von ihnen in letzterer Beziehung uns ihre Ansichten mitgetheilt, und namentlich van Helmont, gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, hat sich darüber sehr bestimmt geäußert. Die Stoffe, welche noch Paracelsus als Elemente darzuthun gesucht hatte, erkannte er nicht als solche an, aber ebensowenig pflichtete er der Lehre des Aristoteles unbedingt bei, auch aus dem Grunde, weil dieser Philosoph kein Christ war (Turpe sane Christianis, istum [Aristotelem] in Physicis patronum adhuc sequi, sagt er in einer Abhandlung Physica Aristotelis et Galeni ignara). Von Aristoteles wich er hauptsächlich darin ab, daß er das Feuer geradezu für keine Substanz, sondern nur für eine Qualität erklärte, wie verschiedene Stellen seiner Schriften ausweisen. Concludo, sagt er, quod ignis non sit substantia, nec forma essentialis substantiarum; anderswo: vanum est, ignem confluere materialiter ad corporum misturam; und geradezu: nec ignis est elementum, nec materialiter corporibus commiscetur. Als Urstoff glaubte er dagegen Wasser betrachten zu können, da sich dies in Erde verwandeln lasse, und also Elementarbestandtheil in dieser sei, da es (vgl. Theil I. Seite 120) zur Ernährung der Pflanzen diene, und darin organische Stoffe und Alkalien bilde, also auch in diesen Element sei, und da es endlich auch einen Elementarbestandtheil der ölartigen Körper und des Weingeistes abgebe, woraus es durch Verbrennung abgeschieden werden könne. Von der Liste der Elemente, wie sie Aristoteles aufgestellt hatte, strich er also außer dem Feuer noch die Erde weg, die seiner Meinung nach nie als Element in organischen Körpern enthalten ist, sondern die ebenso ein Erzeugniß des Wassers ist, wie andere Stoffe, und nach ihm sich auch in Wasser verwandeln läßt (das wie? ist nicht angegeben). »Cur autem terram non inter primaria elementa, licet initio simul creatam, existimem, causa est, quod tandem convertibilis sit in aquam,« ist sein bestimmter Ausspruch über diesen Gegenstand. Hinsichtlich dessen, ob die Luft als Element

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

van Helmont's Ansichten.

Digitized by Google

anzuſehen ſei, findet ſich ſeine Anſicht nirgends klar ausgeſprochen. Es ſcheint, daß er die Luft als einen Elementarbeſtandtheil anerkannt hat, inſofern er ihre gänzliche Unabhängigkeit vom Waſſer nachzuweiſen ſtrebte, und namentlich darin von den Anhängern des Ariſtoteles abwich, daß er ausdrücklich erklärte, eine Verwandlung von Waſſer in Luft und umgekehrt könne nie ſtattfinden; Waſſerdämpfe ſeien keine Luft, und Luft werde nie durch Verdicken zu Waſſer.

Die auf van Helmont zunächſt folgenden Chemiker haben wenig über die Elementarbeſtandtheile uns hinterlaſſen. Glauber's Sinnen war zu ſehr auf das Praktiſche gerichtet, als daß er dieſe damals noch theoretiſche Frage beſonders berückſichtigt hätte, und Sylvius, der ſich ſo viel in ſpeculative Betrachtungen hinſichtlich der wirkſamen Beſtandtheile einließ, hat ſich gleichfalls über den erſteren Gegenſtand nicht ausgeſprochen. Die Chemiker jener Zeit, welche ſich darüber erklärt haben, hingen meiſt den alchemiſtiſchen Anſichten über die Elemente an; bei einigen finden wir ſie erweitert und den Ariſtoteliſchen genähert, wie z. B. von Le Fèvre in ſeinem Traité de la chymie (1660) als Elemente Waſſer oder Phlegma, geiſtiges oder mercurialiſches Princip, ſchwefliges oder öliges Princip, Salz und Erde als Elemente angegeben werden. — Aber jetzt trat Boyle auf, der eigentlich zuerſt die Frage nach den Elementarbeſtandtheilen ganz in dem Sinne auffaßte, wie ſie noch jetzt behandelt wird. Er bewies überzeugender, als dies je vor ihm geſchehen war, wie unzuläſſig für die Chemie einerſeits die Annahme der vier Elemente des Ariſtoteles ſei, und wie wenig andererſeits auch die drei Elemente der Alchemiſten uns über die Zuſammenſetzung der Körper einen vernünftigen Begriff geben können. Es geſchah dies vorzüglich in ſeinem Werke Chemista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica circa spagyricorum Principia, vulgo dicta hypostatica, prout proponi et propugnari solent a turba alchymistarum (1661). Hier bemüht er ſich zuerſt, die Unzulänglichkeit der früheren Anſichten zu zeigen, und ſchickt deßhalb voraus Considerationes circa experimenta allegari solita ad adstruendum vel quatuor Elementa peripatetica, vel tria Principia chymica corporum mixtorum. Er weiſt nach, daß die Elemente des Ariſtoteles ungenügend ſind, daß ſie durch die Zerlegung der Subſtanzen durch Feuer nicht erwieſen werden, wie ſpätere Naturforſcher dafür angeführt hatten, indem ſie namentlich

Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle.

Digitized by Google

in der Verbrennung eine Auflösung der Körper in die vier Elemente, Erde (Asche), Feuer, Luft (Rauch und Gas) und Wasser, erblickten. Er zeigte, wie schwankend diese Ausdrücke sind, daß z. B. die Asche nichts weniger als eine eigentliche Erde ist, und nicht so genannt werden darf. Ebensowenig nahm Boyle die Elemente der Alchemisten an, in deren Benennung er noch viel mehr Schwankendes fand. Den Beweis, den man auch hierfür aus der Einwirkung des Feuers auf die Körper zu führen versucht hatte, bekämpfte er durch die Bemerkung, daß die Hitze keineswegs immer zerlegend wirkt, sondern auch oft Bestandtheile zu neuen Verbindungen vereinigt; die Unzulässigkeit der Annahme, daß namentlich Schwefel, Salz und Quecksilber Elementarbestandtheile seien, bewieß er dadurch, daß er zeigte, wie noch eine Menge anderer Körper mit demselben Rechte Elemente genannt werden können, und wie von den Alchemisten gerade eine sehr unzulässige Annahme statuirt werde, indem nämlich der Schwefel, dessen Begriff sich doch im gemeinen Schwefel am schärfsten wiederfinden müsse, sich auch als eine zusammengesetzte Substanz ansehen lasse (vergl. Schwefel). Boyle's Meinung ging dahin, man solle, ohne sich um die Urbestandtheile der Materie zu kümmern, über welche verschiedene Ansichten zulässig seien, vorzugsweise seine Aufmerksamkeit auf die Bestandtheile richten, welche man wirklich abscheiden könne, die für sich darstellbar seien; wenn diese für die Chemie nicht weiter zerlegbar seien, so solle man sie Elemente nennen, und mit dieser schärferen Begriffsbestimmung komme man weiter, als mit der vagen über die alchemistischen oder Aristotelischen Elemente. Zu einer solchen Abscheidung der Elemente aber führe nicht nur die Einwirkung des Feuers, sondern auch durch andere chemische Operationen lasse sie sich vornehmen, und die auf letzteren Wegen (z. B. durch Operationen auf dem nassen Wege) erlangten Stoffe verdienten gleichfalls den Namen einfacher Bestandtheile: Equidem cum viderimus, naturam alia praeter ignem adhibere cum successu instrumenta posse ad distinctas substantias a corporibus mixtis separandum, quidni aliquam ejusmodi substantiam fecerit natura, vel ars facere possit, quae sit idoneum mixta corpora resolvendi instrumentum, vel aliquam ejusmodi methodum industria humana casuve inveniri posse, qua mediante composita corpora in alias substantias queant resolvi, quam sunt eae, in quas ignis adminiculo dispesci solent. Atque cur istius modi Analysios producta non possint jure non minori componentia corporum, unde emergunt, principia

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

Digitized by Google

Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle.

appellari, haud facile quis ostenderit, maxime cum infra planum redam, substantias, quas Chymici salia, sulphura et mercurios corporum vocare solent, haud ita puras et elementares esse, ut ipsi sibi sumunt atque ut hypothesis eorum postulat. Boyle zeigte weiter, daß man die Zahl der Elemente, im chemiſchen Sinne genommen, nicht a priori angeben, noch nach irgend einer Annahme beſchränken könne.

Boyle's Anſichten ſtimmen alſo im Princip vollkommen mit den noch jetzt anerkannten überein. Aus was die Materie im Allgemeinen beſteht, ob aus einem oder mehreren Urbeſtandtheilen, iſt den Chemikern zu entſcheiden nicht möglich. Aber es giebt Beſtandtheile, die, vielleicht aus dieſen Urbeſtandtheilen zuſammengeſetzt (vergl. ſeine Anſichten in der atomiſtiſchen Theorie), in der Chemie als einfach, d. h. als für die Chemie unzerlegbar, zu betrachten ſind; er meint: concedi posse, distinctas illas substantias (die exiſtirenden, darſtellbaren), quas concreta communiter vel suppeditant, vel continent, non adeo incongrue posse eorum Elementa vel Principia vocari, und es komme überhaupt mehr darauf an, dieſe näheren, als die letzten Beſtandtheile kennen zu lernen, denn, ſagt er anderswo, vix a quoquam negabitur, corpuscula compositae naturae in omnibus Chymicorum exemplis pro elementaribus posse haberi. — Wie ſehr er die Nothwendigkeit fühlte, chemiſche Elemente von den metaphyſiſchen zu unterſcheiden, ſelbſt wenn eine Schlußfolgerung der letzteren Art durch Beobachtungen unterſtützt werde, zeigt folgende Stelle: Et si quis dicat, saltem detegere nos posse ingredientia rerum elementaria, in quas substantias haec corpuscula quae habebantur pura dividantur: Respondeo, necessarium non esse, ut ejusmodi detectio deducatur in praxim.

Boyle hat uns keine Aufzählung der Stoffe hinterlaſſen, die er als Elemente betrachtete. Das Feuer hielt er für ein Element, das ſogar wägbar ſei, und ſchrieb 1673 experimenta nova, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque (vergl. Oxydation). Den Begriff, den wir jetzt mit der Bezeichnung chemiſche Elemente verbinden, ſcheint Boyle außerdem auch unter dem Ausdruck mista prima verſtanden zu haben. (Vergl. die Geſchichte der chemiſchen Verbindung in dieſem Theile.) Ob er den Schwefel als ein ſolches mistum primum anſah, ſteht dahin; er zeigte indeß, daß er ſich möglicher Weiſe auch zuſammengeſetzter, als mistum secundarium, als aus Schwefelſäure und einem verbrennlichen Stoffe beſtehend, betrachten laſſe. Die Metalle hielt er gleich-

Digitized by Google

falls für mista prima, wie er dies namentlich für das Antimon und das Eisen ausspricht; die Möglichkeit, sie unter einander zu verwandeln, erkannte er an. Er bringt verschiedene Citationen anderer Chemiker bei, wonach eine solche Verwandlung statthaben soll, ohne sie zu bestreiten, erzählt selbst eine Verwandlung von Gold in schlechteres Metall, und spricht anderswo die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu aus. Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

Ich habe mich bei Boyle's Ansichten etwas ausführlicher aufgehalten, weil in ihnen die Grundlage der späteren Betrachtungsweise für die Lehre von den chemischen Elementen liegt. Boyle's Meinung darüber wurde nicht gleich angenommen. Die Chemiker, die mit ihm gleichzeitig lebten, konnten sich nicht zu dem Grade von Vorurtheilsfreiheit hinaufschwingen, wie dies bei Boyle der Fall war. Haben sie auch hinsichtlich einiger Hypothesen richtigere Begriffe als ihre Vorgänger, so stehen sie doch noch in den meisten Beziehungen ganz unter dem Einflusse der früheren Meinungen, und ihre Ansichten sind Gemische aus denen der Scholastiker, der Alchemisten und eigenen, manchmal berichtigten, Ideen. Von den mit Boyle gleichzeitigen Chemikern haben wir Kunkel, Becher und N. Lemery zu nennen, die für die Lehre von den Elementen nicht ohne Einfluß gewesen sind, und die uns für das eben Gesagte die besten Belege liefern.

Kunkel erklärte sich im Allgemeinen gegen die alchemistischen Begriffe über die Urstoffe, besonders in seinen »chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von den chemischen Principiis ꝛc.« (1677), suchte er das Absurde der Annahme darzuthun, daß die organischen Substanzen aus Schwefel, Salz und Quecksilber bestehen In Bezug auf den Schwefel leugnete er gleichfalls, daß er als Bestandttheil an der Zusammensetzung der Metalle Theil nehme, aber darin konnte er sich von vorgefaßten Meinungen nicht losreißen, daß Quecksilber ein Elementarbestandtheil aller metallischen Substanzen sei. Seine Behauptungen stehen überhaupt an Zulässigkeit der Prämissen und an Folgerechtigkeit der Schlüsse weit hinter denen Boyle's zurück. Kunkel's Ansichten.

Bei Becher finden wir hinsichtlich der Lehre von den Elementen mehr neue Namen, als richtigere Ansichten, wie sich vorzüglich aus seiner Physica subterranea (1669) ergiebt. Nach ihm sind als einfache Stoffe anzusehen das Wasser und sodann drei besondere Erden, die glasartige (terra lapidea, vitrescibilis, improprie sal dicta, wie er sich ausdrückt), die brennbare (terra pinguis, improprie sulphur dicta) und die mercurialische Becher's Ansichten.

Digitized by Google

Ansichten über die Elemente.

(terra fluida, mercurialis, improprie Mercurius dicta). Die Metalle sind nach ihm sämmtlich Mischungen aus den drei letzteren Erden. Es sind also nur neue Namen für Salz, Schwefel und Quecksilber, die er aufstellte, wie er sich denn auch nach dem Vorgang der Alchemisten aus dieser Zusammensetzung der Metalle ihre Verwandelbarkeit unter einander zu erklären suchte.

Lemery's Ansichten.

In N. Lemery's Cours de chymie (1675) sind, an die Ansichten des Lefèvre erinnernd, fünf Grundstoffe angenommen, das wässerige, geistige, ölige, salzige und erdige Princip. Unter diesen werden Geist, Oel und Salz active Principien genannt, weil sie eigentlich zur Bildung der chemischen Verbindungen Anlaß geben (parce qu'estant en mouvement, ils font toute l'action du mixte). Die anderen heißen passive (parce qu'estant en repos, ils ne servent qu'à arrester la vivacité des Actifs). So machten sich die verschiedenen Chemiker verschiedene, gleich unrichtige Vorstellungen über die Elemente.

Stahl's Ansichten.

Im Anfange des 18. Jahrhunderts begann zuerst Stahl, Boyle's Ansichten in die ausübende Chemie überzutragen, mit einer gewissen Vorsicht, welche sicher die allgemeinere Annahme der naturgemäßeren Ansicht bedeutend erleichtert hat. Stahl verwarf die alten Begriffe und vagen Speculationen nicht ganz und gar; sie finden sich in seinen Schriften vielfach, was z. B. den Gehalt der Metallkalke an erdigen und mercurialischen Bestandtheilen, was den Ursprung aller Säuren von Einer Primitivsäure angeht, aber diese Betrachtungen gaben kein Hinderniß dafür ab, daß Stahl wirklich das, was wir chemische Elemente nennen, klar auffaßte. Er bezeichnete sie als eigenthümliche Körper, und in der Untersuchung dieser eigenthümlichen Körper sind die Vorarbeiten für unsere Kenntnisse der chemischen Elemente enthalten. Den Begriff der entzündlichen Erde, welchen er als Phlogiston schärfer definirte und erweiterte, behielt Stahl als elementaren Bestandtheil bei; ihm reihte er als eigenthümliche Bestandtheile die Körper an, aus deren Vereinigung unter einander oder mit Phlogiston er alle übrigen Substanzen gebildet glaubte. Indem Stahl die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper zwar beachtete, aber doch zugleich die scharfe Untersuchung der letzteren besonders hervorhob, gelang es ihm und noch mehr seinen Nachfolgern, Substanzen als eigenthümliche zu erkennen, die vorher mit anderen verwechselt worden waren, und in jeder dieser Entdeckungen eines neuen eigenthümlichen Körpers war

Digitized by Google

für die spätere Zeit die Kenntniß eines besonderen chemischen Elementes vorbereitet. Ansichten über die Elemente.

Hier dürfte auch, der chronologischen Berichterstattung gemäß, Boerhave's gleichzeitige Meinung über die Elemente einzuschalten sein, ob er gleich an der Phlogistontheorie keinen näheren Antheil nahm. Die Frage nach den Urstoffen berücksichtigte er sehr wenig, in der Meinung, die Chemie könne doch hierüber keinen Aufschluß geben. Was Boerhave Elementa nennt, sind Bestandtheile der Körper, Boyle's Ansicht, nur Nachweisbares so zu nennen, im Ganzen gemäß, aber doch davon abweichend, daß Boerhave mit diesem Namen selbst solche Bestandtheile bezeichnet, welche er wohl selbst als zusammengesetzte anerkannte. (Vergl. den Abschnitt über chemische Verbindung in diesem Theile.) Boerhave hat darin die richtigere Erkenntniß gefördert, daß er vorzugsweise auf die Untersuchung der nachweisbaren Bestandtheile hinleitete; die Kenntniß der chemisch einfachen Stoffe verdankte aber hauptsächlich ihre Entwicklung der Hervorhebung der eigenthümlichen Stoffe, wie sie Stahl dem eben besprochenen gemäß eingeführt hatte. Boerhave's Ansichten.

Je weiter die phlogistische Theorie und mit ihr die Chemie vorschreitet, um so mehr tritt die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper in den Hintergrund. Im 17. Jahrhundert war man z. B. noch allgemein der Meinung, in allen Metallen sei die erdige Grundlage (welche in den Rückständen nach der Calcination enthalten sein sollte) im Wesentlichen dieselbe; im Anfange des 18. Jahrhunderts glaubte zwar St. F. Geoffroy noch, die Metalle könnten in einander verwandelt werden, aber er bewies doch auch (1709), daß sich aus Eisen, Kupfer, Zinn und Blei nicht dieselbe erdige Grundlage durch Calcination darstellen läßt, sondern daß die so erhaltenen Kalke unter allen Umständen Verschiedenheit zeigen; gegen das Ende jenes Jahrhunderts endlich nannte schon Bergman die Metallkalke geradezu einfache Körper. So gelten um 1770 bis 1780 den Anhängern dieser Theorie als einfache Körper das Phlogiston, das Wasser, die Säure des Schwefels, des Phosphors und ähnliche Körper in dem ihnen bekannten höchst oxydirten Zustande, ebenso die Metallkalke, die Erden, die Alkalien u. s. w. Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

Die Lehre von den chemischen Elementen war somit von den Phlogistikern bis zu dem Grade entwickelt, daß sie fähig war, in einer andern Art, als bisher, in Betrachtung gezogen zu werden. Bis dahin war es

Digitized by Google

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemiſchen Elementes im 18. Jahrhundert.

nur Zweck und Aufgabe geweſen, als Elementarbeſtandtheile der Subſtanzen Körper anzugeben, die auch darin nachweisbar ſeien; die Phlogiſtiker hatten dieſe Aufgabe gelöſt; in ihren Anſichten findet ſich zuletzt wenig mehr von der früheren Unbeſtimmtheit der Ausdrücke, mit welcher die Alchemiſten den verſchiedenartigſten Dingen auf oberflächliche Aehnlichkeit hin gleiche Benennung beilegten, und wodurch deßhalb auch über die Beſtandtheile einer Subſtanz gar kein Aufſchluß gegeben war. Namentlich bei den ſpäteren Phlogiſtikern iſt die Angabe für die einfachen Stoffe ſtets eine ſo beſtimmte, daß über die Art derſelben kein Zweifel ſein konnte. Wo ſie Waſſer, wo ſie einen beſtimmten Metallkalk, eine gewiſſe Erde oder eine Säure u. ſ. w. als Elementarbeſtandtheil einer Subſtanz angaben, da konnte wenigſtens mit Sicherheit daraus geſchloſſen werden, daß die als Elemente angegebenen Stoffe wirklich aus dieſer Subſtanz darſtellbar ſeien.

So vorbereitet geſtaltet ſich aber mit der vollkommenen Ausbildung der phlogiſtiſchen Theorie und in ihrem Kampf mit der antiphlogiſtiſchen die Unterſuchung über die Elemente in ganz anderer Art, als früher. Die Anſicht über die chemiſch einfachen Stoffe wird nun der Ausdruck der chemiſchen Theorie. Bis die Lehre von den chemiſchen Elementen dieſe letztere Bedeutung erlangte, war ſie nur der Ausdruck einiger Kenntniſſe in der analytiſchen Chemie, der empiriſchen Forſchung. Sie repräſentirt aber nun, beſonders ſeit Lavoiſier's Aufſtellung des antiphlogiſtiſchen Syſtems, ſchärfer als ſonſt irgend eine chemiſche Lehre, die theoretiſchen Anſichten, deren Discuſſion ſich nun meiſtentheils um die Frage dreht: iſt ein beſtimmter Stoff eine Verbindung oder ein Element?

Es kann hier nicht von den Unterſuchungen geſprochen werden, wodurch für die einzelnen Stoffe oder für einzelne Gruppen von Körpern die Anſicht hinſichtlich ihrer chemiſchen Unzerlegbarkeit entwickelt wurde, die noch jetzt beibehalten wird. Die Berichterſtattung hierüber werde ich unten bei der ſpeciellen Geſchichte dieſer Stoffe und Gruppen beibringen. Aber nur im Allgemeinen will ich hier über die Meinungsverſchiedenheiten, welche ſich ſeit den Phlogiſtikern über die chemiſch einfachen Stoffe ausſprachen, das Wichtigſte mittheilen.

Der Streit zwiſchen den Antiphlogiſtikern und den Phlogiſtikern läßt ſich als ein Streit darüber anſehen, was Elemente, was Verbindungen ſind, ob nach der Meinung der letzteren Phlogiſton und Metallkalke und (Schwefel-, Phosphor- ꝛc.) Säuren Elemente ſind, oder wie die erſteren be-

Digitized by Google

haupteten, Sauerſtoff, Metalle, Schwefel, Phosphor u. ſ. w.; ob das Waſſer ein Element iſt, oder eine Verbindung u. ſ. w.

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemiſchen Elements im 19. Jahrhundert.

Lavoiſier's Anſicht über die chemiſchen Elemente war im Weſentlichen folgende: Es giebt Körper, die wir als einfache anſehen müſſen, und deren weitere Zerlegung unwahrſcheinlich iſt. Dahin rechnete er den Lichtſtoff, den Wärmeſtoff, den Sauerſtoff, den Waſſerſtoff und den Stickſtoff. Andere Körper betrachtete Lavoiſier nicht ſowohl als einfache, als vielmehr als unzerlegte, deren Beſtandtheile nämlich noch nicht bekannt ſind, aber für welche doch Wahrſcheinlichkeit da iſt, ſie bei weiterem Vorſchreiten der Wiſſenſchaft kennen zu lernen. Dahin gehören ſeiner Anſicht nach die Alkalien, die Erden, die Metalle. Die Stoffe, welche mit Sauerſtoff verbunden in den unorganiſchen Säuren enthalten ſind, betrachtete Lavoiſier als einfache; ſo den Schwefel, die Kohle, den Phosphor; wir finden hier zugleich hypothetiſche Elemente angeführt, Beſtandtheile von Säuren, welche noch nicht iſolirt dargeſtellt werden konnten, und die Lavoiſier als Radicale dieſer Säuren bezeichnete. Als chemiſche Elemente finden wir daher bei ihm weiter angegeben das Radical der Boraxſäure, Salzſäure, Flußſäure u. ſ. w.

Die Anſichten Lavoiſier's beſtätigten ſich größtentheils in den folgenden Unterſuchungen. Körper, die er als unzerlegte aufgeſtellt, deren wahrſcheinliche Zerſetzung er aber auch vorausgeſagt hatte, wurden zerlegt; ſo die Alkalien und Erden 1807 durch Davy; das Radical der Boraxſäure wurde 1808 dargeſtellt durch Gay-Luſſac und Thénard, und ſeine elementare Natur dadurch auch in der Erfahrung nachgewieſen.

Dieſe Beſtätigungen von Lavoiſier's Anſichten haben etwas Gemeinſames, welches die meiſten Unterſuchungen hinſichtlich der Elemente ſeit der Aufſtellung der antiphlogiſtiſchen Theorie charakteriſirt. Wo nämlich ein bisher für einfach gehaltener Stoff als zuſammengeſetzt erkannt wird, ergiebt die Zerlegung nicht zwei neue bisher unbekannte Elemente, ſondern ſie reiht jenen Stoff einer ſchon bekannten Klaſſe von Verbindungen an; der eigenthümliche Stoff enthält Ein neues Element, und der Fortſchritt der Wiſſenſchaft beſteht nur darin, zu zeigen, daß nur ein Theil des eigenthümlichen Stoffes, nicht, wie man bis dahin glaubte, das Ganze dieſes Stoffes, ein beſonderes Element darbietet.

Digitized by Google

Fortbildung der Anſichten über die chemiſchen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Ob die Körper, welche nach Lavoiſier's Anſichten als einfache zu betrachten ſind, oder welche, wie die Metalle, gemeiniglich als unzerlegbar angeſehen werden, dies auch wirklich ſind, wurde zu verſchiedenen Malen bezweifelt. Auf die ſpecielle Geſchichte der einzelnen Stoffe muß ich wieder verweiſen, was Davy's Unterſuchungen angeht, ob Schwefel und Phosphor wahre chemiſche Elemente ſind, was Berzelius' frühere Anſichten über die Zuſammengeſetztheit des Stickſtoffes angeht. Im Allgemeinen beſtätigte ſich ſtets bei dem Vorſchreiten der Wiſſenſchaft, daß kein als einfach anerkannter Stoff eine Verbindung aus zwei bekannten Elementen iſt. Die Verſuche, welche hiergegen zu ſtreiten ſchienen, wurden bald als irrthümlich nachgewieſen; ſo, um nur eines zu erwähnen, welcher beſonders Aufmerkſamkeit auf ſich zog, die Bildung von Salzſäure und Natron durch die Einwirkung des Galvanismus auf reines Waſſer (vergl. Elektrochemie). Viel Aufſehen machte auch bei mehreren Chemikern zu Anfange dieſes

Winterl's vermeintliche Elemente.

Jahrhunderts, daß Winterl[1]) die Zuſammengeſetztheit mehrerer bis dahin als einfach angeſehener Stoffe und die Exiſtenz neuer ſehr verbreiteter Elemente bewieſen zu haben glaubte. Dieſer Chemiker, der mit einer ſehr regen Phantaſie nur unvollkommene Kenntniſſe in der Anwendung der chemiſchen Hülfsmittel beſaß, glaubte ſchon 1789 mehrere Metalle in noch entferntere Beſtandtheile zerlegt zu haben, z. B. das Kupfer in Nickel, Reißblei, Kieſelerde und einen unbekannten flüchtigen Stoff. Auf dieſer Bahn weiter ſchreitend, gelangte er bald zu der Ueberzeugung, daß die antiphlogiſtiſche Theorie für die Chemie ungenügend ſei, da ihr alle allgemeineren Begriffe abgingen, und ſie Fragen nach dem allgemeinen Princip der Metalle, des Sättigungsvermögens u. ſ. w. nicht beantworten könne. Dieſe allgemeineren Begriffe ſuchte er durch ſeine Prolusiones ad chemiam seculi decimi novi (1800) zu geben, welchen 1803 ſeine Accessiones novae ad Prolusionem suam primam et secundam folgten. Winterl glaubte, daß die Kenntniß der materiell nachweisbaren Beſtandtheile in den verſchiedenen Subſtanzen zu einer Erklärung der Eigenſchaften der letzteren unzureichend ſei; demgemäß nahm er außer ihnen noch imponderable Principien an, begeiſtende, wie er ſie nannte, die gleichfalls in die Bildung der chemiſchen Verbindungen mit eingehen ſollten. Nach ihm ſind alle Atome, von was immer für Subſtanzen, an ſich gleichartig und identiſch; daß ſie

[1]) Joſeph Jacob Winterl, Profeſſor der Chemie und Botanik zu Peſth, ſtarb 1809.

Digitized by Google

doch verschiedene Substanzen bilden, rührt davon her, daß zwei sich einander entgegengesetzte begeistende Principien, das Säure- und das Baseprincip, in ihnen existiren, von deren verschiedenem Intensitätsverhältniß, wo mehr oder weniger vollständige Ausgleichung (Entgeistung) statthat, die verschiedenen Eigenschaften bedingt werden. Von den Substanzen, welche eins dieser begeistenden Principien in hohem Grade haben (den reinen Säuren und den ätzenden Alkalien), können diese unbeschadet der quantitativen Zusammensetzung getrennt werden, und es giebt nach ihm stumpfe Säuren und Alkalien (acida et alcalia fatua), ohne daß der neutrale Zustand durch Mischung mit einem Alkali oder einer Säure hervorgebracht wurde. Die Ausgleichung des Säure- und des Baseprincips ist nach ihm die Ursache der Wärme bei chemischen Verbindungen; das Wasser ist ein Element, welches durch Verbindung mit negativer Elektricität (Baseprincip) zu Wasserstoff (Wasserbase), durch Verbindung mit positiver Elektricität (Säureprincip) zu Sauerstoff (Wasserfäure) wird, u. s. w. — Winterl's Ansichten empfahlen sich mehreren Chemikern der damaligen Zeit durch den Umstand, daß in ihnen der gerade an der Tagesordnung seiende Dualismus mit großer Consequenz durchgeführt war. Leider waren die Experimentaluntersuchungen, welche Winterl zur Stütze seiner theoretischen Ansichten anführte, nichts weniger als geeignet, in ihm den Reformator der Wissenschaft anerkennen zu lassen. So sollte es ihm gelungen sein, Modificationen der Materie darzustellen, die einfacher seien, als alle bis dahin bekannten sogenannten chemischen Elemente, und welche in der Zusammensetzung dieser enthalten seien. Einer dieser Stoffe war die Andronia. Sie sollte bereitet werden aus Salpeter mit Kohle geglüht (Winterl nahm dies in irdenen Tiegeln vor), und gefrieren lassen oder vorsichtige Neutralisation mit einer Säure. Die Andronia, ein weißes Pulver, sollte mit Sauerstoff, Wasser und Säureprincip in verschiedenen Verhältnissen verbunden die Kohlensäure, das Stickgas und die Salpetersäure bilden; mit Wasserstoff aber die Milch, das Eiweiß u. s. w. In verschiedenen Verhältnissen mit Kalk verbunden, gäbe sie Kali oder Kieselerde; das Blei verwandle sie in Baryt, das Kupfer in Molybdän, die Alaunerde in Glycinerde. Lasse man galvanische Elektricität auf sie einwirken, so erhalte man an dem positiven Pol eine Säure, an dem negativen aber Ammonium und eine Säure, die vollkommene Aehnlichkeit mit faulenden organischen Substanzen habe. Die Säure am positiven Pol sei von derselben Art, wie

Winterl's vermeintliche Elemente.

Digitized by Google

Winterl's vermeintliche Elemente.

die, welche in der zur Bildung der galvaniſchen Säule angewandten Flüſſigkeit enthalten ſei. Dieſe Angaben genügen wohl, um von Winterl's Art der Forſchung einen Begriff zu geben; gleich nachdem die Prolusiones erſchienen waren, wurden die Verſuche von ausgezeichneten Chemikern wiederholt, aber keins der angegebenen Reſultate erhalten. Guyton und Chenevix verſicherten, bei Befolgung aller angegebenen Vorſchriften und fehlerhaften Verſuche nur Kieſelerde erhalten zu haben. Winterl indeß beharrte auf ſeinen Anſichten, und ſchickte der franzöſiſchen Akademie von ihm ſelbſt dargeſtellte Andronia zu, damit ſich dieſe von der Richtigkeit ſeiner Beobachtungen überzeugen könne. Fourcroy, Guyton-Morveau, Berthollet und Vauquelin unterſuchten ſie, und fanden ſie aus Kieſelerde mit Kalk, Thonerde, Kali und Eiſen verunreinigt beſtehend. Ihr Bericht, 1809 abgeſtattet, machte der ganzen Schwindelei ein Ende.

Fortbildung der Anſichten über die chemiſchen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Gehen wir von dieſem verunglückten Verſuche, eine Totalreform der Chemie begründen zu wollen, zu den beſonneneren und früchtereicheren Unterſuchungen über die Einfachheit gewiſſer Subſtanzen zurück, ſo finden wir ſtets wieder die Frage, ob ein Stoff als einfach oder als eine Verbindung genommen werden müſſe, mit den wichtigſten allgemeineren chemiſchen Problemen verknüpft. Wir erwähnen hiervon nur der Unterſuchungen, ob das Chlor als ein einfacher Körper zu betrachten ſei, deren endliche Entſcheidung für die Theorie der Säuren, der Salze, der Verbrennung ꝛc. in gleichem Grade wichtig war. Spätere Entdeckungen über die chemiſchen Elemente haben im Weſentlichen keine reformirende Wirkung gehabt; die Auffindung neuer Salzbilder und neuer Metalle vervollſtändigte nur Gruppen von Elementen, deren Eigenthümlichkeit ſchon früher dargethan war. Mehr und mehr aber trat mit genauerer Kenntniß der einfachen Körper die Nothwendigkeit hervor, keinen Stoff als einfach anzunehmen, der nicht für ſich darſtellbar ſei; dieſe Anſicht war es vorzüglich, welche in der Frage über die Zuſammenſetzung der Salzſäure, über die Einfachheit des Chlors entſcheidend einwirkte, welche, der hohen Autorität von Berzelius ungeachtet, deſſen frühere Anſicht über die Zuſammenſetzung des Stickſtoffs nicht allgemein annehmen ließ, und welcher nur in den Fällen weniger Rückſicht geſchenkt wurde, wo (wie bei dem Fluor) mehrfache Analogie keinen Zweifel über die Exiſtenz eines einfachen Stoffes läßt, den im iſolirten Zuſtande darzuſtellen noch nicht gelungen iſt.

Digitized by Google

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft.

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft.

Gehen wir jetzt zu der ausführlicheren Betrachtung über, wie ſich die Kenntniſſe über die chemiſche Affinität entwickelten. Die Lehre von der Verwandtſchaft gewann Selbſtſtändigkeit erſt von der Zeit an, wo die Chemie wiſſenſchaftlich behandelt zu werden anfing, wurde alsdann aber auch bald als eine der wichtigſten überhaupt betrachtet. Früher nur hin und wieder gelegentlich bearbeitet, wurden zuletzt die Unterſuchungen über dieſe Kraft die umfaſſendſten in der Scheidekunſt, ſo daß jetzt faſt die ganze Chemie als eine Kette von Anwendungen und Beiſpielen der Lehre von der Verwandtſchaft betrachtet werden kann.

Langſam hat ſich die Kenntniß dieſer Kraft entwickelt, wenig allmälig, mehr ſtoßweiße und in einzelnen, ſcharfgeſchiedenen Epochen; zu verſchiedenen Zeitpunkten machte ſie durch die Beſtrebungen einzelner Männer große Fortſchritte, während ſie dazwiſchen verhältnißmäßig nur wenig gefördert wurde. Die bedeutendſten wiſſenſchaftlichen Namen ſtehen in Verbindung mit dieſen Unterſuchungen; die Urſache der Verwandtſchaftskraft darzuthun, ſie auf andere bekannte Kräfte zurückzuführen, haben ſich die ausgezeichnetſten Naturforſcher bemüht; und iſt auch die Wiſſenſchaft in dieſer Beziehung, was die Urſache der Verwandtſchaft angeht, noch jetzt nicht aufgeklärt, ſo ſind doch durch die hierauf gerichteten Beſtrebungen die Bedingungen, unter welchen, die Geſetze, nach welchen dieſe Kraft wirkt, ſo vollſtändig erkannt, daß ſie die Grundlage, den Inhalt unſerer heutigen Chemie ausmachen.

Die hiſtoriſche Unterſuchung der Entwicklung der Lehre von der Affinität führt uns in jene Zeiten zurück, wo die dahin gehörigen Thatſachen

Digitized by Google

Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft.

noch nicht unter Einem Gesichtspunkte betrachtet wurden, wo sich nur hin und wieder eine zufällige Erörterung eines Umstandes findet, die uns über die Ansichten, welche man früher hinsichtlich dieser Kraft hegte, Aufschluß giebt.

Halten wir vorerst nicht an dem Namen Affinität oder Verwandtschaft fest, sondern betrachten wir überhaupt: wie entwickelten sich die Ansichten über die Kraft, durch welche aus zwei verschiedenartigen Körpern, den Bestandtheilen, eine Verbindung, ein in seinen Eigenschaften von beiden Bestandtheilen verschiedenes homogenes Ganze, gebildet wird?

Die älteste Ansicht, die wir hierüber kennen, und die lange Zeit ihren Einfluß auf die Beantwortung dieser Frage geltend machte, war die, daß wenn zwei Körper sich mit einander vereinigen können, in ihnen Ein gemeinsames Princip enthalten sein muß. Es sprach diese Ansicht schon Hippocrates aus, dessen Leben in das fünfte Jahrhundert vor dem Beginn unserer Zeitrechnung fällt, wenn er als Grundsatz lehrte, Gleiches vereinige sich nur mit Gleichem, und die folgenden Autoritäten im Laufe vieler Jahrhunderte stimmen in dieser Grundansicht über die Ursache, weßhalb Körper unter einander Verbindungen eingehen, mit ihm überein.

Einführung des Namens Verwandtschaft.

Aus dieser Ansicht, aus der Annahme, daß Körpern, die im Stande sind, sich mit einander zu vereinigen, deßhalb auch ein gemeinsamer Bestandtheil inwohnen müsse, rührt denn auch die Bezeichnung Verwandtschaft her. Körper, welche die Fähigkeit haben, mit einander Verbindungen einzugehen, nannte man verwandt; unter dem Bande der Verwandtschaft, dem gemeinsamen Blute, was sie verwandt macht, verstand man das gemeinsame Princip, welches man in ihnen voraussetzte, die Bedingung der Möglichkeit, sich zu einer Verbindung zu vereinigen.

Diese Bezeichnung Affinität, Verwandtschaft für das Vermögen, mit einander in Verbindung zu treten, ist nicht so neu, als man gewöhnlich angiebt. Man hört häufig die Ansicht aussprechen, daß erst mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts dieser wissenschaftliche Ausdruck in die Chemie eingeführt worden sei, daß er zuerst von dem Utrechter Professor J. C. Barchusen [1]) gebraucht worden sei, der in einem zu

[1]) Johann Conrad Barchusen war geboren zu Horn in der Grafschaft Lippe 1666; 1698 wurde er Professor der Medicin und Chemie zu Utrecht, und starb hier 1732.

Digitized by Google

Leyden 1696 erſchienenen und ſpäter mehrmals wieder aufgelegten Werke, Pyrosophia succincta, Jatrochymiam, rem metallicam et chrysopoeiam breviter pervestigans, dieſes Wort gebraucht hat, indem er da, wo er von der Schwierigkeit ſpricht, gewiſſe Stoffe durch die Chemie vollſtändig von einander abzuſcheiden, äußert: arctam enim atque reciprocam interse habent affinitatem. Mit dieſem Satz ſoll, der gewöhnlichen Annahme zufolge, der Begriff und Name Affinität in die Wiſſenſchaft eingebürgert worden ſein. Einführung des Namens Verwandtſchaft.

Es iſt offenbar von wenig Intereſſe, ob einige Jahre früher oder ſpäter der Ausdruck Affinität im chemiſchen Sinne zuerſt gebraucht worden iſt; will man indeß dafür ein beſtimmtes Jahr gern angeben, ſo muß man etwas genauer zu Werke gehen. Der Ausdruck Affinität im chemiſchen Sinne findet ſich ſchon lange vor Barchuſen, zwar nicht gewöhnlich, aber auch gerade nicht ſelten gebraucht, und was das Merkwürdigſte iſt, im Anfange weit mehr dem entſprechend, wie wir ihn jetzt anwenden, als ſpäter, namentlich als zu Barchuſen's Zeit. Es wäre verdienſtlos, die alten Schriften mit beſonderer Aufmerkſamkeit auf das Wort Affinität durchzuſtudiren, und ich kann hier nur mittheilen, was gelegentlich bei dem Durchleſen ſolcher Werke ſich ergiebt. Intereſſant iſt es, daß bereits Albertus Magnus, der 400 Jahre vor Barchuſen lebte, ſich des Ausdrucks Affinität bediente. Sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, ſagt er in ſeinem Buche de rebus metallicis (das bereits 1518 gedruckt wurde), bei Gelegenheit, wo er davon ſpricht, daß Schwefel ſich mit allen Metallen, nur mit dem Golde nicht, vereinigen laſſe, wenn man ihn auf die ſchmelzenden Metalle werfe. Bei den nachfolgenden Chemikern finden wir gleichfalls das Wort affinitas noch vor 1696 hin und wieder ganz im chemiſchen Sinne gebraucht, wenngleich auch noch öfter der auszudrückende Sinn durch eine Umſchreibung gegeben wird. So umſchreibt z. B. Glauber in ſeinem 1648 gedruckten Buche: novi furni philosophici, wo er von der Affinität der Kieſelſäure zum Kali ſpricht, in der Art, daß er ſagt: »denn Sand und ſeines Gleichen mit sale tartari eine große Gemeinſchaft haben und ſich zuſammen ſehr lieben, alſo daß keins von dem andern gern will weichen«, aber Sylvius de le Boë braucht ſchon in einer 1659 erſchienenen Diſſertation, wo von der Ausſcheidung eines Metalls aus ſeiner Auflöſung in Säuren durch ein anderes Metall die Rede iſt, ohne Umſchreibung den Ausdruck: quoties aliud metallum prae-

Digitized by Google

Einführung des Namens Verwandtschaft.

dicto acido magis affine additur solutioni. Ebenso drückt sich Boyle in seinem 1661 erschienenen Chymista scepticus aus, wo er von der Wirkung der Salzsäure und des flüchtigen Laugensalzes auf einander spricht: quae duo sibi invicem valde sunt affinia, und auch bei R. Hooke, der in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts schrieb, findet sich schon der Ausdruck affinitas chemica. Wir sehen also schon lange vor 1700, und bis dahin, die Bezeichnungen affinitas und affine in dem chemischen Sinne gebraucht, wie von Barchusen. — Auf die Art, wie man sich hinsichtlich dieser Kraft sonst noch durch Worte verständlich zu machen suchte, werde ich noch mehrfach Gelegenheit haben, zurückzukommen, und dafür charakteristische Stellen anzuführen, namentlich wo ich über das Historische von der Wahlverwandtschaft und der Ursache der Verwandtschaft zu berichten habe.

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Bis hierher steht fast immer der Gebrauch des Wortes Affinität in Uebereinstimmung mit dem, was im Anfange dieses Abschnittes über seinen Ursprung gesagt wurde; der Ausdruck wird nämlich in der Voraussetzung gebraucht, daß die Stoffe, welchen man Affinität zu einander zuschreibt, etwas Gemeinsames enthalten. So ist die Sprachweise des Albertus Magnus: sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, offenbar aus der von allen Chemikern seiner Zeit angenommenen Ansicht hervorgegangen, daß in den reinen Metallen Schwefel enthalten sei, wonach also die Verwandtschaft des gemeinen Schwefels zu den Metallen auf einem gemeinsamen Gehalte an (hypothetischem) reinem Schwefel beruht. In ganz ähnlichem Sinne braucht Barchusen und seine Zeitgenossen den Ausdruck Affinität; Becher, in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, hatte als einen der wichtigsten chemischen Grundsätze aufgestellt, daß die Möglichkeit der Vereinigung zweier Stoffe nur auf dem Gehalt beider an einem gemeinschaftlichen Princip beruhe, und bei ihm bedeutet affinis und affinitas stets, was wir jetzt etwa durch analog und Analogie ausdrücken. Es ist hiernach zu jener Zeit dem Begriff Affinität ganz der entgegengesetzte Sinn untergelegt, als welchen wir jetzt damit verbinden. Im 17. Jahrhundert bedeutete noch Verwandtschaft eine Aehnlichkeit, eine Vergleichbarkeit in chemischer Beziehung; zwei Stoffe galten für um so verwandter, je mehr man in ihnen gemeinsames Princip voraussetzte, für je chemisch ähnlicher man sie also hielt, während wir jetzt zwei Stoffen eine um so größere Verwandtschaft zu einander beilegen, eine je größere chemische Unähnlichkeit, ein je entgegengesetzteres chemisches Verhalten wir an ihnen wahrnehmen.

Digitized by Google

Begriffsbeſtimmung der Verwandtſchaft.

Dieſe Aenderung in dem Begriff der chemiſchen Verwandtſchaft beginnt etwa mit dem 18. Jahrhundert, und zwar war es hauptſächlich Boerhave, welcher ſie vermittelte. In ſeinem 1732 erſchienenen Werke, Elementa Chemiae, findet ſich das Wort affinitas, wenn auch nicht als das gewöhnliche, doch öfters gebraucht. Er legt hier namentlich den Löſungsmitteln Affinität bei in Bezug auf die aufzulöſenden Stoffe, aber auch das Zuſammentreten gleichartiger Körpertheilchen betrachtet er noch als auf Affinität beruhend. Wo er z. B. auf eine nähere Betrachtung der Wirkung der Löſungsmittel auf die zu löſenden Körper, der Wirkung der Verwandtſchaft alſo eingeht, ſagt er: Causa certa requiritur, quae efficit, ut particulae dissolventis a se mutuo recedentes potius petant illas materiae dissolvendae particulas, quam ut in antiqua statione maneant. An non similis ratio exigitur, cum particulae solvendi, jam divulsae per virtutem solventis, sicque jam separatae, potius maneant nunc unitae illis menstrui partibus, per quas solutio facta fuit, quam ut iterum post solutionem peractam, particulae solventes, et solutae, denuo se affinitate suae naturae colligant in corpora homogenea. Boerhave meint aber unter Löſungsmitteln nicht ganz das, was wir jetzt im eigentlichen Sinne des Wortes darunter verſtehen; er nennt Löſungsmittel meiſt ſolche Stoffe, welche die aufzulöſenden Körper chemiſch verändern, ſo z. B. ſind ihm Säuren in Bezug auf Metalle Löſungsmittel, menstrua, und den Säuren legt er Verwandtſchaft zu den Metallen bei. Dieſe Körper ſind aber offenbar unter einander verſchieden, ſie haben nichts Gemeinſames, und Boerhave ſucht auch geradezu durchzuführen, Verwandtſchaft ſei auch das Beſtreben unähnlicher Körper, ſich zu verbinden; ganz im Gegenſatz zu der Meinung der vorhergehenden Jahrhunderte, daß Verwandtſchaft ausſchließlich das Beſtreben ähnlicher Körper nach Vereinigung ſei. Der Uebergang in der Bedeutung des Wortes Verwandtſchaft beruhte alſo großentheils in der Unbeſtimmtheit, welche man zu jener Zeit mit dem Worte Löſungsmittel verband. Wenn die Chemiker des 17. Jahrhunderts ſagten, Zinn, Silber ꝛc. löſten ſich in Queckſilber, Harze in Oelen, weil dieſe Stoffe verwandt ſein müßten, da die erſteren die gemeinſame Eigenſchaft des metalliſchen Zuſtandes, die letzteren z. B. die des Verbrennlichſeins hätten, ſo verſtanden ſie unter Löſen etwas Anderes, als wenn Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts die Löslichkeit des Eiſens in Salpeterſäure gleichfalls auf Rechnung der Verwandtſchaft zwiſchen beiden Körpern ſetzte. —

Digitized by Google

Begriffsbeſtimmung der Verwandtſchaft.

Der Umſtand, daß Boerhave's Schriften ſo ſehr verbreitet wurden und faſt allgemein die Grundlage des chemiſchen Studiums waren, trug ohne Zweifel viel dazu bei, dem Worte Affinität die ihm von dieſem Chemiker, im Gegenſatz zu der früheren Anſicht, untergelegte Bedeutung zu erhalten, wie wir denn jetzt noch es in Boerhave's Sinn nehmen, als die Kraft, welche chemiſch verſchiedene Körper in Verbindungen zuſammenhält.

Von Boerhave's Zeit an wurde auch erſt der Ausdruck Affinität oder Verwandtſchaft in der Wiſſenſchaft allgemein angewandt. Im Anfange des 18. Jahrhunderts erhoben ſich noch Viele, namentlich die Phyſiker jener Zeit, gegen dieſen Ausdruck, indem ſie in dem Gebrauche deſſelben die Anerkennung einer neuen vis occulta fürchteten. In Frankreich beſonders waltete zu dieſer Zeit Abneigung gegen den Ausdruck Affinität vor, und St. F. Geoffroy, um dieſe Zeit (1718 und ſpäter) eine der bedeutendſten Autoritäten, was chemiſche Verwandtſchaft angeht, vermied den Gebrauch deſſelben; ſtatt zu ſagen: zwei vereinigte Stoffe werden zerſetzt, wenn ein dritter dazu kommt, der zu einem der beiden vorigen mehr Verwandtſchaft hat, als dieſe unter ſich, drückt er ſich aus: wenn er zu einem derſelben mehr rapport hat. Von 1730 an etwa iſt übrigens die Bezeichnung Affinität oder Verwandtſchaft die bei weitem gebräuchlichſte, und ſelbſt Bergman's Autorität konnte am Ende des 18. Jahrhunderts die Chemiker nicht beſtimmen, dieſen nun gewohnt gewordenen Ausdruck aufzugeben, und den von ihm dafür angewandten, bereits von Newton gebrauchten, Anziehung, Attraction, anzunehmen.

Digitized by Google

Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft.

Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft.

Um die allmälige Ausbildung der Erkenntniß der Verwandtſchaftserſcheinungen einzuſehen, haben wir zunächſt darauf vorzugsweiſe Bedacht zu nehmen, wie die Erfahrungen über die verſchiedene Stärke der Verwandtſchaft ſich entwickelten, und wie man dieſe zu erklären ſuchte; da Erfahrungen in dieſer Beziehung die erſten waren, aus welchen eine wiſſenſchaftliche Behandlung der Affinitätslehre hervorging. Was die anderen Wirkungen der Verwandtſchaft angeht, ſo werde ich unten, namentlich bei der Betrachtung der Anſichten über die chemiſche Verbindung, das dahin Gehörige mittheilen.

Wir wollen die Entwickelung der Kenntniſſe über die verſchiedene Stärke der Verwandtſchaft unter zwei abgeſonderten Geſichtspunkten abhandeln. Zuerſt wollen wir die empiriſchen Erfahrungen, die man im Laufe der Zeit darüber machte, verfolgen, während eines Zeitabſchnittes, wo entweder noch gar keine Theorie darüber beſtand, oder wo die aufgeſtellten theoretiſchen Anſichten doch nur von untergeordnetem Einfluſſe auf die Unterſuchungen waren. Bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts ſind die Bemühungen der Naturforſcher, die Verwandtſchaftserſcheinungen zu erkennen, vorzugsweiſe auf das Empiriſche gerichtet; nach dieſer Zeit tritt die theoretiſche Behandlung weit einflußreicher hervor, und wir wollen abgeſondert die bis dahin aufgeſtellten Theorien durchgehen und daran die Betrachtung der weiteren Fortſchritte der Affinitätslehre knüpfen.

Da die ganze Chemie auf Verwandtſchaftserſcheinungen beruht, ſo mußten natürlich gleich mit den erſten chemiſchen Operationen Vorgänge bekannt werden, welchen die verſchiedene Größe der Verwandtſchaft verſchiedener Stoffe zu einem dritten zu Grunde lag. Aber erſt ſpät fing man an, die Umſtände genauer feſtzuſetzen, wann eine Zerſetzung, wann eine

Digitized by Google

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Abscheidung erfolgt. Davon, zu welcher Zeit zuerst Erscheinungen, die auf der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft beruhen, beobachtet wurden, kann hier nicht die Rede sein; die ersten metallurgischen Beschäftigungen kann man als die ersten künstlicheren Operationen ansehen, wo die verschiedene Stärke der Affinität praktisch genutzt wurde; aber hinsichtlich des Vorganges bei diesen Operationen wurde lange Zeit in keiner Weise nach theoretischer Erklärung gestrebt, lange findet man nicht einmal eine Bezeichnung der Ursache der dahin gehörigen Erscheinungen versucht. Bei den vielen Experimenten, welche auf den Wirkungen der verschieden großen Affinität beruhen, wurden vor dem 17. Jahrhundert stets nur die Resultate als Facta angegeben, ohne irgend ein Bestreben, den vorgegangenen Proceß zu erläutern. — Als eine der ältesten Operationen, die auf einer einfachen Wahlverwandtschaft beruhen, muß die Methode des Dioscorides (der in dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung lebte) genannt werden, das Quecksilber aus dem Zinnober durch Erhitzen mit metallischem Eisen abzuscheiden. Geber im 8. Jahrhundert stellte viele Experimente an, die auf der Wirkung der Wahlverwandtschaft beruhen, gleichfalls ohne diese Kraft irgendwie zu bezeichnen. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert hat in seinen »Handgriffen« eine Stelle, wo er alle ihm bekannten Fällungen zusammengetragen zu haben scheint, und da die meisten von diesen auf Wirkungen der Wahlverwandtschaft beruhen, so theile ich sie hier mit: »Vitriol schlägt nieder Mercurium vivum, und Sal Tartari das ☉, ♀ und gemein Salz das ☽, ♂ die ♀, eine Lauge von Büchenaschen den Vitriol, Essig den gemeinen Schwefel, ♂ tartarum, und Salpeter den Antimonium.« Hier ist alles mögliche Ungleichartige zusammen unter dem gemeinsamen Namen des Niederschlagens begriffen, einem Ausdrucke, der später vorzugsweise für Erscheinungen, die auf Wahlverwandtschaften beruhen, angewandt wurde. — Angelus Sala im Anfange des 17. Jahrhunderts wußte, daß die Schwefelsäure aus dem Salpeter Scheidewasser austreibt. — So waren eine Menge Erscheinungen bekannt, welche auf der Verwandtschaft beruhen; die Erklärung indeß konnte kaum eher gegeben werden, bevor der Begriff einer chemischen Verbindung festgestellt war. Zu den Thatsachen, die besonders dahin gehören und bald allgemeiner bekannt wurden, gehört namentlich die Fällung eines Metalls aus seiner Auflösung durch ein anderes; die dahin bezüglichen Nachrichten werde ich unten, wo die Metallfällungen ausführlicher erörtert werden sollen,

Aelteste Wahrnehmungen darüber.

Digitized by Google

mittheilen. Aber nirgends findet ſich vor der Mitte des 17. Jahrhunderts eine Andeutung der Urſache dieſer Erſcheinungen.

Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtſchaft.

Glauber ſpricht zuerſt beſtimmt davon, daß ein Körper nicht gleiche Neigung habe, ſich mit jedem beliebigen andern zu verbinden. Er weiß, daß hier eine Verſchiedenheit ſtattfindet, daß das Beſtreben eines Stoffes, ſich mit einem andern zu vereinigen, verſchieden iſt, je nach der Natur des letzteren; daß ein Körper eine Verbindung zerlegen kann, weil er zu einem der Beſtandtheile eine größere Verwandtſchaft hat, als die Beſtandtheile unter ſich. Er drückt ſich in dieſer Beziehung, ohne übrigens ſich der Bezeichnung Verwandtſchaft je zu bedienen, ſehr beſtimmt und richtig aus. Sehen wir zuerſt, wie ſeine Anſichten hinſichtlich ſolcher Erſcheinungen ſind, die auf einfacher Wahlverwandtſchaft beruhen. Glauber weiß, daß Kali, Kalk oder Zinkoxyd in der Hitze aus dem Salmiak das Ammoniak austreibt, und äußert ſich in ſeinem 1648 publicirten Buche novi furni philosophici in folgender Art über die Gewinnung des flüchtigen Laugenſalzes. Er ſagt, man könne zur Abſcheidung des Ammoniaks aus dem Salmiak ſich nicht jeder beliebigen Erde bedienen, ſondern nur eines der eben angegebenen Stoffe; andere Körper, Bolus, Ziegelerde, Sand z. B. verhielten ſich kraftlos, und die Wirkung der vorgeſchriebenen Materien beruhe darauf, »weilen der Salmei« (wie auch Kali und Kalk) »ſolcher Natur iſt, daß er große Gemeinſchaft mit allen acidis hat, dieſelben ſehr liebet und auch von ihnen geliebt wird; alſo henket ſich das sal acidum« (die Salzſäure) »in der Wärme an denſelben, verbindet ſich damit, dadurch das sal volatile« (das Ammoniak) »ledig gemacht und zu einem ſubtilen spiritu diſtilliret wird.« Auch bei complicirteren Erſcheinungen weiſet er nach, wie Fällungen durch Aufhebung früher beſtandener und Bildung neuer Verbindungen vor ſich gehen. In dem angeführten Werke erklärt er, wie durch Vermiſchen von Goldſolution und Kieſelfeuchtigkeit ein Niederſchlag von Kieſelerde und Gold(oxyd) entſteht. »Das aqua regis hat durch ſeine Aciditat das sal tartari getödtet und kraftlos gemacht, daß es ſein angenommen Kießling oder Sand« (die aufgelöſte Kieſelerde) »hat müſſen fallen laſſen; hingegen hat auch das sal tartari bei dem liquore silicum die Schärfe des aquae regis zunichte gemacht, daß es ſein angenommenes Gold nicht länger hat halten können; dadurch alſo zugleich das Gold und Kießling von ihrem solvente erlediget ſein.«

Digitized by Google

Zunahme der Kenntniſſe über die einfache Wahlverwandtſchaft.

Dieſe Erklärungsweiſen von Glauber ſind ſehr genügend; von ſeiner Zeit an finden wir überhaupt die Anſicht mehr angenommen und ausgeſprochen, daß irgend ein Stoff ſich lieber mit einem gewiſſen, als mit einem andern verbindet, daß er mit dem letzteren verbunden aus der Verbindung ausſcheidet, um ſich mit dem erſteren zu vereinigen. Es zeigt dies z. B. die ſchon oben angeführte Stelle Sylvius de le Boë's vom Jahre 1659, wonach dieſer jedesmal eine Ausſcheidung eines Metalls aus ſeiner Auflöſung in einer Säure annimmt, quoties aliud metallum praedicto acido magis affine additur solutioni. Vorzüglich berichtigte Anſichten in dieſer Beziehung finden ſich bei Boyle, und die verſchiedenen Grade der Verwandtſchaft hatte er in vielen Fällen genau beobachtet und richtig angegeben. So, um nur einige Belege anzuführen, weiß er, daß Kali das Ammoniak aus ſeinen Verbindungen austreibt, und dies findet nach ihm (Memoirs for the natural history of human blood, 1684) deßhalb ſtatt, weil die Säure zu dem fixen Laugenſalz mehr Verwandtſchaft hat, als zu dem flüchtigen (being more congruous to the fixed salt than to the volatile). Ebenſo weiß er, daß die ätzenden Alkalien die ſtärkſte Affinität haben gegen ſtarke Säuren, und daß, was in den erſteren aufgelöſt iſt, durch letztere daraus gefällt werden kann; er erklärt ſo das Ausfällen der Schwefelmilch aus der Schwefelleberlöſung. Noch mehr hierher Gehöriges von Boyle will ich verſchieben bis dahin, wo von den Beſtrebungen die Rede iſt, die Urſache der Verwandtſchaft zu beſtimmen; das eben Mitgetheilte reicht indeß ſchon hin, um einzuſehen, wie klar und richtig Boyle die Affinitätsphänomene aufgefaßt hat. Seine Beobachtungen über die charakteriſtiſche, ſich unter allen Umſtänden äußernde, Verwandtſchaft, welche gewiſſe Stoffe zu gewiſſen anderen zeigen, und wodurch ſich dieſe gegenſeitig erkennen laſſen, gehören mehr dem Bericht über die Ausbildung der analytiſchen Chemie an.

Immer mehr erweiterte ſich gegen das Ende des 17. Jahrhunderts die Kenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft einzelner Subſtanzen zu einander. So erklärte ſchon der Engländer Mayow, der 1679 ſtarb, daß allgemein die Laugenſalze größere Neigung, ſich mit den Säuren zu verbinden, haben, als irgend eins der Metalle; die verſchiedene Stärke in der Verwandtſchaft der Säuren zu den Alkalien und Metallen unterſuchte Stahl im Anfange des 18. Jahrhunderts, und fand, daß unter allen Säuren die Schwefelſäure, dann die Salpeterſäure, die mächtigſten

Digitized by Google

seien, welche alle anderen Säuren aus ihren Verbindungen austreiben; und viele andere einzelne Beobachtungen wurden gemacht, welche die Kenntniß der Abstufungen in der Verwandtschaft der verschiedenen Materien zu einander erweiterten.

Aufstellung der Verwandtschaftstafeln.

Ganz besonders wurde die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diesen Gegenstand gerichtet, als man anfing, in Tafeln die Reihenfolge auszudrücken, in welcher die Verwandtschaft verschiedener Stoffe zu einem und demselben Körper ab- oder zunimmt; diese Verwandtschaftstafeln wurden hauptsächlich durch St. F. Geoffroy, von 1718 an, in die Wissenschaft eingeführt, wo sie lange Zeit ein großes Ansehen behaupteten.

Schon Boyle hatte 1675 darauf aufmerksam gemacht, daß Kupfer, welches Silber aus seinen Auflösungen fällt, seinerseits wieder durch Zink oder Eisen aus seinen Lösungen abgeschieden werden kann; es war damit eine Reihenfolge in der Anziehung der Säuren zu diesen verschiedenen Metallen gegeben. Vollständiger noch hatte Glauber schon 1648 die Reihenfolge angegeben, in welcher die verschiedenen Metalle sich an Neigung übertreffen, mit dem Queckſilber in Vereinigung zu treten. »Wenn in einer Erde Gold, Silber, Kupfer und Eisen wären,« sagt er, »so würde der Mercur erstlich nur das Gold allein zu sich nehmen, hernach das Silber, dann das Kupfer, zuletzt das Eisen ganz ungern, wegen seiner Unreinigkeit; Zinn und Blei zwar auch gern, am allerliebsten aber das Gold.« — Stahl hatte schon im Anfange des 18. Jahrhunderts verschiedene solcher Verwandtschaftsreihen ziemlich vollständig durch Versuche bestimmt; so z. B. die des Schwefels in Bezug auf die Metalle, indem er zusammenstellte, daß der Schwefel durch Antimon vom Queckſilber, durch Blei vom Silber, durch Kupfer vom Blei, durch Eisen vom Kupfer abgeschieden werde; ebenso die der verschiedenen Metalle zu Säuren im Allgemeinen, wo er als die Reihenfolge, in welcher die Anziehung der Metalle zu den Säuren abnimmt, folgende angab: Zink (wird, wie er sich ausdrückt, am leichtesten von scharfen Salzen angegriffen, nächst ihm das) Eisen, Kupfer, Blei und Zinn, Queckſilber, Silber. Für die Verwandtschaft der Säuren zu Alkali gab er an, daß Vitriolöl die Salpetersäure, Salpetersäure die Salzsäure austreibt. — Ganz im Geist jener Zeit also lag es, die Verwandtschaften der Körper unter einander allgemein in Form von Reihen darzustellen, und in St. F. Geoffroy's Tabellen findet sich dies auf eine für die damalige Zeit sehr vollständige und erschöpfende Art ausgeführt.

Digitized by Google

Geoffroy's Verwandtſchaftstafeln.

St. F. Geoffroy publicirte zuerſt 1718 in den Denkſchriften der Pariſer Akademie Verwandtſchaftstafeln, in einer Einrichtung, welche lange Zeit unverändert beibehalten wurde. Er ſprach damals zuerſt auch den Satz der einfachen Wahlverwandtſchaft aus: toutes les fois, que deux substances, qui ont quelque disposition à se joindre l'une avec l'autre, se trouvent unies ensemble; s'il en survient une troisième, qui ait plus de rapport avec l'une des deux, elle s'y unit en faisant lacher prise à l'autre. Die von ihm zugleich mitgetheilten Verwandtſchaftstafeln dienten als Beiſpiele und Belege zu dieſem Satze. Jede Tafel beſtand aus einer Columne, welche überſchrieben war mit dem Namen irgend eines Stoffes. In der Columne ſelbſt waren die Körper, welche zu dieſem Stoffe Verwandtſchaft haben, in der Reihenfolge angeführt, wie ihre Verwandtſchaft zu ihm abnimmt, ſo daß alſo immer ein ſpäter genannter Stoff dem in der Aufſchrift genannten weniger verwandt iſt, als ein früher genannter, und daß jede Verbindung, beſtehend aus dem in der Aufſchrift genannten Körper und einem in der Columne genannten, zerſetzt wird durch jeden dem letzteren in der Reihenfolge der Columne vorhergehenden. Von den ſechszehn Verwandtſchaftstafeln, welche Geoffroy 1718 unter der Bezeichnung tables des rapports bekannt machte, will ich folgende als die intereſſanteſten hier einrücken.

Säuren im Allgemeinen.	Schwefelſäure.	Salpeterſäure.	Salzſäure.	Schwefel.
Fixes Alkali	Oelichtes Princip [1])	Eiſen	Zinn	Fixes Alkali
Flüchtiges Alkali	Fixes Alkali	Kupfer	Antimon	Eiſen
Abſorbirende Erden	Flüchtiges Alkali	Blei	Kupfer	Kupfer
Metalle	Abſorbirende Erden	Queckſilber	Silber	Blei
	Eiſen	Silber	Queckſilber	Silber
	Kupfer		Gold	Antimon
	Silber			Queckſilber
				Gold

[1]) Unter ölichtem Princip (principe huileux) verſteht Geoffroy das Phlogiſton.

Digitized by Google

Geoffroy's Verwandtschaftstafeln.

Fixes Alkali.	Flüchtiges Alkali.	Absorbirende Erden.	Metalle.	Quecksilber.
Schwefelsäure	Schwefelsäure	Schwefelsäure	Salzsäure	Gold
Salpetersäure	Salpetersäure	Salpetersäure	Schwefelsäure	Silber
Salzsäure	Salzsäure	Salzsäure	Salpetersäure	Blei
Essig			Schwefel	Kupfer
Schwefel				Zink
				Antimon

Diese Art, die verschiedene Stärke der Affinität verschiedener Stoffe zu Einem bestimmten auszudrücken, wurde bald sehr beliebt. Die ursprünglichen Tafeln St. F. Geoffroy's wurden bald verbessert und erweitert, durch ihn selbst schon 1720, und bald wurden in Frankreich und Deutschland unzählige Berichtigungen und Erweiterungen versucht. Besonderes Ansehen unter der großen Menge von Verwandtschaftstafeln, die im Laufe des 18. Jahrhunderts erschienen, genossen nach denen Geoffroy's in Frankreich die, welche Grosse 1730 herausgab, die von Limburg, welche von der Pariser Akademie 1758 als Preisschrift gekrönt und 1761 publicirt wurden, die von Demachy 1774; in Deutschland die von Gellert 1750, von Marherr 1762, von Wenzel 1777, bis endlich in allen Ländern die von Bergman 1775 publicirten als die vollständigsten und richtigsten allgemein anerkannt wurden. Die Behandlungsweise, welche Bergman auf die Lehre von der Verwandtschaft anwandte, unterschied sich in vieler Beziehung von der seiner Vorgänger; seine Untersuchung umfaßte viel mehr alle einzelnen Umstände, von welchen die Art des Erfolgs, von welchen die Wirkungen der Verwandtschaftskraft abhängen; namentlich beachtete er genauer, als dies je vor ihm geschehen war, den Einfluß der Wärme auf die Verwandtschaft, und gerade dies war es, was seine Arbeiten über die Affinität von allen früheren unterscheidet. Bevor wir die Verwandtschaftstafeln von Bergman selbst näher betrachten, wollen wir untersuchen, wie sich die Kenntnisse über die Abänderung der Verwandtschaftsgröße durch die Wärme allmälig entwickelte.

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

Die Verwandtschaftsreihe verschiedener Körper zu Einem bestimmten zu untersuchen, erfordert eine Reihe von Beobachtungen, welche, unter denselben Umständen angestellt, vergleichbare Resultate geben. Die Körper, deren Verwandtschaft zu einander untersucht, oder deren verschieden große Ver-

Digitized by Google

Erkenntniß des Einfluſſes der Wärme auf die Wahlverwandtſchaft.

wandtſchaft zu einem dritten verglichen werden ſoll, müſſen in Zuſtänden mit einander in Berührung gebracht werden, wo ſich ihre chemiſchen Wirkungen ungehindert äußern können; man muß ſie allgemein im flüſſigen Zuſtande auf einander einwirken laſſen. Es kann dies geſchehen durch Auflöſen oder durch Schmelzen; im erſteren Falle werden Verwandtſchaftserſcheinungen bei gewöhnlicher, oder doch davon nur wenig abweichender, Temperatur beobachtet, im letzteren bei erhöhter. Um die erſten Verwandtſchaftstafeln zu conſtruiren, wurden beide Wege angewandt; die Verwandtſchaftsreihe der Säuren zu den Alkalien, Erden oder Metallen beſtimmte St. F. Geoffroy, indem er dieſe Körper in Auflöſungen zuſammenbrachte (alſo für gewöhnliche Temperatur); die Verwandtſchaftsreihe des Schwefels zu den Metallen, indem er in der Hitze Metalle auf Schwefelmetalle einwirken ließ, und die dabei eintretenden Zerſetzungen beobachtete (wo er Reſultate für ſehr erhöhte Temperatur erhielt). Die auf ſo verſchiedenen Wegen gewonnenen Reſultate hielt man für vergleichbar, weil man zu jener Zeit nur ſelten verſucht hatte, dieſelben Stoffe bei ſehr verſchiedenen Temperaturen auf einander einwirken zu laſſen, und zu ſehen, ob deßungeachtet derſelbe Erfolg eintrete. Man vernachläſſigte ganz, daß die verſchiedenen Verwandtſchaftsreihen unter ſehr verſchiedenen Umſtänden erhaltene Reſultate waren; man vernachläſſigte zu unterſuchen, ob jede Verwandtſchaftsreihe bei jeder Temperatur dieſelbe iſt.

Beobachtungen, aus welchen ein Zuſammenhang zwiſchen der Temperatur und der Affinitätsgröße hervorging, waren indeß ſchon früher bekannt. Daß namentlich die Wärme einen entſchiedenen Einfluß auf die Aeußerung der Verwandtſchaft ausübt, daß viele chemiſche Wirkungen, welche Folge von Verwandtſchaft ſind, erſt bei erhöhter Temperatur eintreten, war ſo lange bekannt, als irgend chemiſche Operationen angeſtellt worden waren. Aber auch in der Beziehung, daß die Wärme nicht allein die Verwandtſchaftsäußerungen hervorrufend, ſondern auch die Stärke der Verwandtſchaften in verſchiedenem Grade bedingend wirkt, waren, wenn auch ſpäter, doch verhältnißmäßig ſchon früh, Erfahrungen gemacht, allein man ſchenkte ihnen keine Aufmerkſamkeit, wenigſtens zog man aus ihnen nicht die Folgerung, daß jede Verwandtſchaftsreihe nur für Eine Temperatur richtig iſt. — Schon Stahl, der überhaupt die Verwandtſchaftserſcheinungen richtiger beobachtete, als alle ſeine Vorgänger und die meiſten ſeiner unmittelbaren Nachfolger, hatte den Einfluß der Temperatur auf den Erfolg chemiſcher

Digitized by Google

Zersetzungen wohl bemerkt; er hatte beobachtet, daß die Verwandtschaftserscheinungen bei niederer Temperatur manchmal gerade den bei höheren Wärmegraden eintretenden entgegengesetzt sind. So beschreibt er z. B. genau, wie in der Kälte das Kalomel durch Silber zerlegt wird, während in der Hitze das Hornsilber durch Quecksilber zerlegt wird. In seiner Schrift »Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweis von den Salzen, daß sie aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen«, welche 1738 publicirt wurde, läßt er sich darüber folgendermaßen aus: »Wenn man mercurium sublimatum dulcem in eine solutionem argenti legt, so fällt das Silber als eine cornua zu Boden, das aqua fort aber greift dagegen das Quecksilber an. — — Nun nehme ich frisches laufendes Quecksilber — —; dieses mische ich unter jene lunam cornuam und gebe ihm gebührlich Feuer; so steigt mir wieder ein mercurius dulcis auf, wie er zuerst dazu gebraucht gewesen. Nun hatte gleichwohl in der ersten Arbeit das Silber von dem mercurio dulci sein Salzwesen« (die Säure) »übernommen, — — wenn aber eine kleine anderweitige Vorbereitung« (die Wärme) »dazwischen kommt, so kehrt sich das ganze Blatt um, und das Silber wirft ihm das vorher angehängte acidum salis wieder auf den Leib, so gar, daß er sich wieder damit auf und davon packen muß.« Solche Erfahrungen, die bald sich vervielfältigten, ließen einsehen, daß die auf der verschieden großen Verwandtschaft der Körper unter einander beruhenden Zersetzungen von der Temperatur abhängig sind, daß bei verschiedenen Temperaturen die Zersetzungserscheinungen bei denselben Körpern geradezu entgegengesetzt sein können. Der französische Chemiker Baumé schlug deßhalb um 1773 vor, die Verwandtschaftsreihe auf nassem Wege von der auf trocknem Wege zu unterscheiden, unter ersterer die zu verstehen, welche Körper in wässerigen Auflösungen zeigen, also die für mittlere Temperatur gültigen, unter letzterer die, welche geschmolzene Körper zu erkennen geben. Es wurden hiernach für jeden Stoff zwei Verwandtschaftstafeln nöthig, eine für das Verhalten der anderen Körper zu diesem Stoffe für die Operationen auf nassem Wege, eine andere für die Operationen auf trocknem Wege. Die Zahl der nöthigen Versuche, um Verwandtschaftstafeln zu construiren, wurde hiernach bedeutend vergrößert, und da zugleich stets die Anzahl der bekannten Körper wuchs, für welche die Verwandtschaftsreihen zu kennen von Interesse war, so mußte der Versuch, gegen das Ende des 18. Jahrhunderts vollständige Verwandtschaftstafeln

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

Digitized by Google

aufzuſtellen, eine der großartigſten Bemühungen ſein, der ſich nur ein äußerſt ausdauernder und geſchickter Chemiker unterziehen konnte. Einen ſolchen Verſuch, für die damalige Zeit an Wichtigkeit etwa damit vergleichbar, was in unſerer Zeit eine vollſtändige Reviſion aller Atomgewichte und Formeln ſein möchte, unternahm von 1775 an der berühmte ſchwediſche Chemiker Bergman, und das Verdienſt der Ausführung wurde durch nichts beſſer anerkannt, als dadurch, daß bis zum Anfange dieſes Jahrhunderts ſeine Arbeiten, ſeine Anſichten über Affinität unbeſtritten die angenommenen blieben.

Bergman's Verwandtſchaftstafeln.

Bergman, auf deſſen Anſichten ich noch einmal bei der hiſtoriſchen Betrachtung der Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft zurückkommen werde, ging von dem Satze aus, daß je zwei Körper, ſeien ſie welche ſie wollen, eine Anziehung zu einander haben, welche durch eine Zahl ausgedrückt werden kann, daß aber verſchiedene Körper zu einem und demſelben andern verſchieden große Verwandtſchaften haben, was ſich dadurch äußert, daß der mehr verwandte Körper den weniger verwandten aus der eingegangenen Verbindung ausſcheidet. Die Verwandtſchaftsgröße in Zahlen ausgedrückt zu beſtimmen, gelang Bergman nicht; er gab, wie Geoffroy, nur die Reihe, in welcher die verſchiedenen Körper an Verwandtſchaft zu einem dritten abnehmen; die Tafeln ſind alſo für jede Säure z. B. ſo conſtruirt, daß alle Alkalien, Erden und Metalle darunter in der Reihe geordnet ſind, wie ſie an Verwandtſchaft zu der Säure abnehmen, ſodaß jedes darin vorkommende Alkali, Erde oder Metall alle folgenden aus ihrer Verbindung mit der Säure abſcheidet, ſelbſt aber durch jedes vorhergehende aus ſeiner Verbindung mit der Säure abgeſchieden wird. Für 59 Stoffe (Säuren und Baſen) ſtellte Bergman vollſtändige Verwandtſchaftstafeln auf; für jeden dieſer Stoffe in zwei Columnen, wovon die eine die Verwandtſchaftsreihe für niedere Temperaturen angab, für Operationen auf naſſem Wege, wo die verſchiedenen Stoffe in Auflöſungen auf einander wirken, — die andere die Verwandtſchaftsreihe für höhere Temperaturen zeigte, wo auf trocknem Wege, durch Erhitzen, operirt wird. Von ſeinen 59 Verwandtſchaftstafeln will ich hier vier mittheilen:

Digitized by Google

Bergman's Verwandtſchaftstafeln.

Schwefelſäure		Salzſäure	
auf naſſem Wege	auf trocknem Wege	auf naſſem Wege	auf trocknem Wege
Baryterde	Phlogiſton	Baryterde	Phlogiſton
Kali und Natron	Baryt	Kali und Natron	Baryterde
Ammoniak	Kali	Kalkerde	Kali
Thonerde	Natron	Bittererde	Natron
Zinkoxyd	Kalkerde	Ammoniak	Kalkerde
Eiſenoxyd	Bittererde	Thonerde	Bittererde
Bleioxyd	Metalloxyde	Zinkoxyd	Metalloxyde
Kupferoxyd	Ammoniak	Eiſenoxyd	Ammoniak
Queckſilberoxyd	Thonerde	Bleioxyd	Thonerde
Silberoxyd		Kupferoxyd	
		Wismuthoxyd	
		Queckſilberoxyd	
		Silberoxyd	

Kali		Schwefel	
auf naſſem Wege	auf trocknem Wege	auf naſſem Wege	auf trocknem Wege
Schwefelſäure	Phosphorſäure	Blei	Kali und Natron
Salpeterſäure	Borarſäure	Zinn	Eiſen
Salzſäure	Arſenikſäure	Silber	Kupfer
Phosphorſäure	Schwefelſäure	Queckſilber	Zinn
Arſenikſäure	Salpeterſäure	Eiſen	Blei
Eſſigſäure	Salzſäure	Kali und Natron	Silber
Borarſäure	Eſſigſäure	Ammoniak	Nickel
ſchweflige Säure		Kalkerde	Wismuth
Kohlenſäure		Oele	Queckſilber
		Aether	

Dieſe Beiſpiele mögen genügen, um zu zeigen, in welcher Art Bergman alle einzelnen Vorgänge der Verwandtſchaft unter allgemeine Ueberſichten zu bringen ſuchte. Der äußere Ausdruck, wie er die Affinitätserſcheinungen darſtellte, blieb allgemein angenommen bis an den Anfang unſers Jahrhunderts; in dem letzten Viertel des vorhergehenden war es ebenſo wichtig, bei der Unterſuchung eines jeden neu entdeckten Stoffes die Verwandtſchaftsreihe für denſelben zu beſtimmen, wie jetzt das Atomgewicht deſſelben eine unumgänglich nöthige Angabe für die chemiſche Cha-

Digitized by Google

rakteriſtik iſt. So z. B. gab Lavoiſier 1782 eine Verwandtſchaftstafel der Metalle in Bezug auf den Sauerſtoff. Die Wichtigkeit ſolcher Verwandtſchaftstafeln wurde erſt in Zweifel gezogen, als Bertholle t die ganze Lehre von der Affinität einer Reviſion unterwarf, und Anſichten aufſtellte, welche den Bergman'ſchen geradezu widerſprachen. (Vergl. unten die Bertholle t'ſche Lehre.)

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtſchaft.

Wir haben in dem Vorſtehenden die Entwicklung der Kenntniſſe über diejenigen Affinitätserſcheinungen verfolgt, welche man als Wirkungen der einfachen Wahlverwandtſchaft zu bezeichnen pflegt; wir wollen nun dazu übergehen, wie die Phänomene der doppelten Wahlverwandtſchaft nach und nach erkannt wurden. Unter dieſem Ausdrucke unterſchied die Verwandtſchaftserſcheinungen zuerſt Bergman 1775, welcher die Bezeichnungen attractio electiva simplex, duplex und multiplex einführte und erklärte. Doch waren Wirkungen der doppelten Wahlverwandtſchaft ſchon viel früher bekannt und richtig aufgefaßt worden; zuerſt auch wieder von Glauber. Wo er in dem öfters angeführten Werke novi furni philosophici (1648) von der Wirkung des Schwefelantimons auf Queckſilberſublimat bei erhöhter Temperatur ſpricht, zeigt er den Vorgang der Bildung von Zinnober und Antimonbutter folgendermaßen: »Wenn der mercurius sublimatus mit antimonio« (Schwefelantimon) »vermiſcht die Hitze empfindet, ſo greifen die spiritus, welche bei dem mercurio sublimato ſein, den antimonium lieber an, und laſſen alſo den mercurium wieder fallen, und ſteigt alſo ein dick oleum über; der sulphur antimonii aber conjungirt ſich mit dem mercurio vivo, und giebt einen Zinnober, welcher im Hals der Retorte bleibt.«

Wir finden alſo ſchon bei Glauber vollkommne Einſicht in den Vorgang, der bei Zerſetzungen durch doppelte Wahlverwandtſchaft ſtattfindet. Viele einzelne Fälle, die darauf beruhten, wurden bekannt, aber das Complicirtere des Vorgangs verhinderte, über die Erſcheinungen der doppelten Wahlverwandtſchaft ebenſo allgemeine Ueberſichten aufzuſtellen, als es für die der einfachen in den Verwandtſchaftstafeln möglich war. Selbſt Bergman ſtellte für dieſe Fälle keine umfaſſenderen Ueberſichten auf, ſondern begnügte ſich in ſeinem Werke über die Verwandtſchaft in 64 einzelnen Beiſpielen die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtſchaft anzugeben, und den Vorgang in der Art allgemein zu erläutern, daß hier nicht

Digitized by Google

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

nur die einzelnen Verwandtschaftsgrößen der verschiedenen Stoffe zu einander zu berücksichtigen seien, sondern die Summe der eine Zersetzung hervorrufenden Affinitäten, verglichen mit der Summe der Verwandtschaftsgrößen, welche den bereits in Verbindung gewesenen Bestandtheilen unter einander zukommt. Erst Guyton de Morveau unternahm es 1786, auch diese Erscheinungen der damals beliebten tabellarischen Form zu unterwerfen. Sein Endzweck dabei war, den Hergang bei solchen Zersetzungen dadurch anschaulich zu machen, daß er für die sich zersetzenden Verbindungen die Größe der Verwandtschaft aller darin enthaltenen Bestandtheile zu einander durch Zahlen ausdrückte, welche empirisch, durch Tatonniren, so gewählt waren, daß die Summe der Verwandtschaften der Bestandtheile in den nach der Zersetzung sich bildenden Verbindungen größer ist, als die Summe der Verwandtschaft der Bestandtheile in den vor der Zersetzung bestanden habenden. Er gab folgende Tabelle für die Affinitätsgröße zwischen den nachbenannten Säuren und Basen.

	Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Essigsäure.	Kohlensäure.
Baryt	66	62	36	29	14
Kali	62	58	32	26	9
Natron	58	50	28	25	8
Kalk	54	44	20	19	12
Ammoniak . . .	46	38	14	20	4
Bittererde . . .	50	40	16	17	6
Thonerde	40	36	10	15	2

Der Nutzen dieser Tafel, welche ihrem Verfasser wegen der Menge der zu berücksichtigenden Beobachtungen und des unsichern Tastens in der Wahl der Zahlen viele Mühe gekostet haben mag, blieb immer sehr eingeschränkt. Sie konnte höchstens dazu dienen, eine Vorstellung zu geben, in welcher Art die Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft vor sich gehen, ohne daß die Zahlen selbst als Maaß der Affinitäten zu betrachten waren. So z. B. konnte man mittelst der angegebenen Zahlen deutlich machen, weßhalb bei Vermischung von essigsaurem Baryt mit schwefelsaurem Kali eine Zersetzung eintritt, und schwefelsaurer Baryt und essigsaures Kali gebildet wird. Die Summe der Affinitäten, womit die beiden ersteren Salze zusammengehalten werden, ist $29 + 62 = 91$; die Summe der

Digitized by Google

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

Affinitäten aber, womit sich die beiden letzteren Salze zu bilden suchen, ist $66 + 26 = 92$; die Affinitäten, welche die Bildung neuer Verbindungen veranlassen, sind also stärker als die, welche die bisher bestandenen Verbindungen zusammenhalten; es muß also Zersetzung eintreten. — Aber daß die angegebenen Zahlen nicht in jeder Beziehung der Erfahrung entsprechen, vielmehr mit ihr im Widerspruch stehen, ergiebt sich bei einiger Prüfung leicht, und man sah bald ein, daß auf diese Art sich keine allgemeine Uebersicht und Erklärung der bei Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaften wirksamen Affinitätsgrößen aufstellen läßt.

Wir sehen nun, gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts, die empirische Erkenntniß der Affinitätserscheinungen und die empirische Zusammenstellung derselben unter allgemeineren Formen so weit vorgeschritten, daß wir den Zustand unserer jetzigen Erfahrungen darüber ungezwungen daran anreihen können. Zu dem genannten Zeitpunkt waren also bereits, was Wahlverwandtschaftsphänomene angeht, die verschiedenen Kategorien, unter welche diese zerfallen, erkannt und unterschieden; die von da an gemachten Erfahrungen haben die Zahl der Beispiele vermehrt, ohne zur Aufstellung einer neuen Eintheilung Anlaß gegeben zu haben, wie denn überhaupt die späteren Untersuchungen über Affinität sich hauptsächlich mit den Ursachen der Affinitätserscheinungen beschäftigt haben und mit der Erforschung der Wirkungen dieser Kraft, was die Gewichtsverhältnisse der vermöge ihrer sich zu chemischen Verbindungen vereinigenden Körper angeht.

Erkenntniß anderer Arten der Verwandtschaft.

Ehe wir zu der Betrachtung übergehen, welche theoretische Ansichten auf die im Vorstehenden angeführten Erfahrungen angewandt wurden, wollen wir noch untersuchen, wann einige andere Verwandtschaftserscheinungen, die als besondere Arten der Affinität unterschieden wurden, zuerst beobachtet und als eigenthümlich erkannt wurden.

Affinitas aggregatorum und mixtionis.

In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts unterschied man eine affinitas aggregatorum von der affinitas mixtionis oder der eigentlichen chemischen Verwandtschaft; unter der ersteren verstand man die Anziehung zwischen den einzelnen (unter sich homogenen) Theilchen desselben Körpers, und die Benennung war somit eine sehr uneigentliche; was die letztere, die affinitas mixtionis angeht, so wurden bei erweiterter Erfahrung bald Fälle bekannt, welche zur genaueren Bezeichnung einzelner Arten derselben hinleiteten.

Schon 1727 unterschied der kursächsische Bergrath Joh. Friedr.

Digitized by Google

Affinitas appropriata.

Henkel von der Verwandtſchaft im Allgemeinen, vermöge deren ſich zwei verſchiedene Körper zu einem eigenthümlichen Ganzen vereinigen, den ſpeciellen Fall, wo ein Körper A mit einem andern B zwar nicht unmittelbar vereinigt werden kann, aber doch mittelſt Beihülfe eines dritten Körpers C, der zu A und B Verwandtſchaft hat. Dieſen Fall unterſchied er als durch eine eigene Art der Verwandtſchaft, die affinitas appropriata, hervorgebracht, und ſchrieb ein eigenes Buch darüber »de appropriatione« (1727); den Körper C nannte er das corpus approprians. Eine ſolche affinitas appropriata fände z. B. Statt, wenn man Harze, die an und für ſich in Waſſer unlöslich ſind, in ſtarkem (aber doch waſſerhaltigem) Weingeiſt löſt. Der Weingeiſt iſt hier das corpus approprians. — Die meiſten Beiſpiele, welche Henkel angiebt, gehören eigentlich nicht hierher; ſo führt er das Auflöſen der Oele oder des Schwefels in Waſſer, welches Kali enthält, an, was mir nach unſeren jetzigen Begriffen nicht dahin zu paſſen ſcheint.

Einfache — doppelte Wahlverwandtſchaft.

Die Unterſcheidungen, welche Bergman hinſichtlich der verſchiedenen Arten von Verwandtſchaft machte, habe ich bereits (Seite 302) erwähnt. Er unterſchied 1775 die attractio electiva simplex von der attractio electiva duplex, die einfache und doppelte Wahlverwandtſchaft. — Um ſolche Wahlverwandtſchaftserſcheinungen zu erklären, bedient man ſich noch öfters der Unterſcheidung zwiſchen ruhender und zerſetzender Verwandtſchaft; dieſe Eintheilung und Bezeichnung führte Kirwan 1781 ein; er bezeichnete als ruhende Verwandtſchaft die Kraft, mit welcher die Beſtandtheile einer Verbindung ihrer Trennung widerſtehen, als zerſetzende oder trennende aber die Kraft, womit ein anderer Körper Einen Beſtandtheil dieſer Verbindung anzieht und Zerſetzung zu bewirken ſucht.

Wechſelſeitige Wahlverwandtſchaft.

Wichtig iſt noch die Art von Verwandtſchaft, auf welche Macquer 1778 zuerſt aufmerkſam machte, nämlich die affinité reciproque, affinitas reciproca, die wechſelſeitige Wahlverwandtſchaft, die ſich dann zeigt, wenn zwei Stoffe A und B zu einem dritten C beinahe gleich große Affinität haben, ſo daß unter nur wenig verſchiedenen Umſtänden, z. B. je nach der Temperatur, bald A von C durch B, bald B von C durch A abgeſchieden wird. Fälle, welche man hierher rechnen kann, waren ſchon länger bekannt, wie aus der Seite 299 angeführten Beobachtung Stahl's über die Verwandtſchaft des Silbers und des Queckſilbers zur Salzſäure hervorgeht, aber Macquer hat zuerſt auf das Eigenthümliche dieſer Verwandtſchafts-

Digitized by Google

erſcheinungen aufmerkſam gemacht, und die von ihm gegebene Bezeichnung iſt immer noch im Gebrauch.

Affinitas producta.

Eine Verwandtſchaftsart, deren jetzt ſeltner, aber doch noch manchmal, als einer eigenthümlichen erwähnt wird, iſt die affinitas producta, welche im Jahre 1794 von Gren zuerſt hervorgehoben wurde. Er nahm ſie für den Fall an, wo eine Materie A zu einem zuſammengeſetzten Körper B C Verwandtſchaft hat, ohne daß A mit B oder mit C vereinbar wäre.

Prädisponirende Wahlverwandtſchaft.

Noch mehrere andere eigenthümliche Verwandtſchaftsarten wurden zu verſchiedenen Zeiten von verſchiedenen Gelehrten aufgeſtellt, ohne daß es indeß der Mühe werth wäre, ſie ſämmtlich hier aufzuzählen. Nur Eine davon, welche noch immer als eigenthümlich anerkannt wird, habe ich noch anzuführen, die prädisponirende Wahlverwandtſchaft nämlich. Fourcroy und Vauquelin unterſchieden zuerſt eine affinité disposante, die nach ihrer Definition dann ſtatthat, wenn ein Körper chemiſche Action ausübt durch Affinität zu einer Verbindung, die nicht ſchon gebildet, ſondern nur ihren entfernteren Beſtandtheilen nach in dem Gemiſche vorhanden iſt. Obgleich zu verſchiedenen Zeiten eingewandt wurde, daß ein Körper unmöglich Verwandtſchaftskraft auf einen andern noch nicht vorhandenen, erſt noch durch dieſe Verwandtſchaftskraft zu bildenden, ausüben könne, ſo wird doch im Allgemeinen das Statthaben einer prädisponirenden Verwandtſchaft von den Chemikern noch angenommen.

Soweit hatte ſich bis zu dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts die empiriſche Kenntniß und Auffaſſung der Verwandtſchaftserſcheinungen herangebildet. Bis zu dieſer Zeit bildet die empiriſche Bearbeitung die Hauptrichtung in der Erforſchung dieſer Erſcheinungen. Von dieſem Zeitpunkt an aber greift die theoretiſche Betrachtungsweiſe in die Unterſuchungen über die Affinität ſo tief ein, daß, um den weiteren Gang dieſer zu verfolgen, wir den aufgeſtellten theoretiſchen Anſichten hauptſächliche Aufmerkſamkeit widmen müſſen. Wie die theoretiſche Betrachtung ſich allmälig entwickelt, wie ſie von dem angegebenen Zeitpunkt an in den Unterſuchungen über Affinität vorherrſcht, mag nun gezeigt werden.

Digitized by Google

Theorien über die Urſache der Verwandtſchaftserſcheinungen.

Was die Urſache der Verwandtſchaft angeht, ſo findet ſich vor dem 17. Jahrhundert keine Theorie nur irgend deutlich ausgeſprochen. Die ältere Meinung, die ich bereits im Vorhergehenden, Seite 286, berührt habe, daß Verwandtſchaft auf einer Aehnlichkeit beruhe, die Erſcheinungen der Verwandtſchaft darauf, daß Gleiches ſich mit Gleichem zu verbinden trachte, wurde nie weiter ausgeführt. Die erſte Theorie über das Weſen der Verwandtſchaft findet ſich bei Boyle. Dieſer Chemiker huldigte bereits der Anſicht, daß alle Körper aus kleinſten Theilchen beſtehen, von deren Anziehung zu einander die Verbindungs- und Zerſetzungserſcheinungen abhängen. Je mehr Affinität zwei Körper zu einander haben, um ſo ſtärker ziehen ſich ihre kleinſten Theilchen an, um ſo näher legen ſie ſich bei der Verbindung an einander. Wie Boyle ſich hiernach die Verwandtſchaftsphänomene erklärt, ergiebt ſich recht gut aus ſeiner Darſtellung des Vorgangs, wenn Zinnober mit Kali erhitzt wird. Dieſen ſtellt er ſich in ſeinen Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms (1664 zuerſt gedruckt) ſo vor, as when the corpuscles of sulphur and mercury do by a strict coalition associate themselves into the body we call vermilion, though these will rise together in sublimatory vessels without being divorced by the fire, and will act in many cases as one physical body; yet it is known enough among chymists, that if you exquisitely mix with a due proportion of salt of tartar, the parts of the alcali will associate themselves more strictly with those of sulphur, than these were before associated with those of mercury, whereby you shall obtain out of the cinnabar, which seemed intensely red, a real mercury.

Anſichten über die Urſache der Verwandtſchaft.

Boyle's Anſichten.

Digitized by Google

Boyle's Anſichten. Hiernach war ſich Boyle offenbar einer ziemlich ausgebildeten Corpuscular-theorie bewußt, die er (ſiehe Atomiſtiſche Theorie) auch ſonſt vertheidigte, und leitete die Affinitätserſcheinungen von einer Verſchiedenheit in der Größe der Attraction der kleinſten Theilchen ab; doch führte er dieſe ſeine Anſicht nicht ſpecieller aus. Er äußerte ſich noch (in ſeiner Schrift on the usefulness of experimental philosophy), daß möglicher Weiſe allen Körpern nur eine und dieſelbe ausgedehnte, theilbare und undurchdringliche Urmaterie zu Grunde liege, und daß die Verſchiedenheit, welche wir an ihnen wahrnehmen, nur Folge der ungleichen Größe, Geſtalt, der Ruhe oder Bewegung, und der gegenſeitigen Lage der Atome ſei. (Vergl. noch unten in dem Abſchnitt über chemiſche Verbindungen.) In der Verſchiedenheit der Geſtalt der kleinſten Theilchen ſuchte Boyle auch den Grund, weßhalb der eine Stoff durch ein Löſungsmittel angegriffen wird, der andere nicht; ſo meint er (in den experiments and observations upon colours), die Urſache der Unlöslichkeit des Goldes in Salpeterſäure, die doch das Silber auflöſt, ſei der Umſtand, daß die Partikeln der Säure zwar in die Zwiſchenräume des Silbers eindringen können, aber nicht in die des Goldes.

Becher's Anſichten. Von den auf Boyle zunächſt folgenden Chemikern haben wir hier Becher's, N. Lemery's und Stahl's zu erwähnen. Becher bezeichnet die Neigung der Säuren und Laugenſalze, ſich unter einander zu verbinden, als eine Art Magnetismus, ohne ſich näher darüber zu erklären.

Lemery's Anſichten. Lemery erörtert ausführlicher, wie man ſich das Entſtehen der chemiſchen Verbindungen daraus erklären könne, daß der eine der Beſtandtheile mit feinen Spitzen in die Poren des andern eingreife. Seine Anſichten darüber verdienen hier ihrer Eigenthümlichkeit wegen eine nähere Betrachtung; ich theile deßhalb aus ſeinem Cours de Chymie (1675) die Theorie der Fällung des Silbers durch Kupfer mit. Er ſagt: Quand on met du cuivre dans la dissolution d'argent, l'eau forte quitte l'argent à mesure qu'elle dissout le cuivre. Quelques-uns prétendent expliquer cette précipitation, en disant que comme ces mixtes ont des pores plus accomodez les uns que les autres à la figure des pointes de l'eau forte, elle est en état d'abandonner le prémier pour dissoudre le dernier. Mais il semble que par ce raisonnement il voudraient donner de l'intelligence aux pointes de l'eau forte; car pourquoy ces pointes qui dans la dissolution de l'argent s'estoient embarassées dans les particules de ce métal, et qui les tenaient suspendues, quittent elles ces petits

Digitized by Google

corps pour aller s'introduire dans le cuivre; c'est ce qu'on ne peut expliquer par cela seul, à moins qu'on ne suppose que l'eau forte soit douée de raison. — Je crois qu'on ne peut mieux éclaircir cette difficulté, qu'en disant que le Phlegme de la dissolution détache des petits corps du cuivre, lesquels nagent dedans la liqueur, et comme ces petits corps rencontrent les pointes de l'eau forte chargée de particules de l'argent, ils les choquent et les ébranlent en sorte qu'ils les rompent, d'où vient la précipitation de l'argent; car les pointes qui le suspendent étant rompues, et le phlegme n'estant pas assez fort pour le soustenir, il doit se précipiter par sa propre pésanteur. Pour ce qui est de la dissolution du cuivre, elle se fait ensuite par la force qui reste à l'eau forte; car quoy que le plus subtile des pointes de ce dissoluant soit rompu, il est encore assez aigu pour pénétrer le plus dissoluble du cuivre, et pour faire l'eau seconde. Lemery's Anſichten. Ebenſo erklärt er aus der verſchiedenen Dicke der Säurepartikeln, weßhalb Salzſäure in der kalt bereiteten Queckſilberſolution einen Niederſchlag giebt: Le sel ou son esprit, qui est composé de pointes plus grossières ou moins delicates que celles de l'esprit de nitre, tombant sur cette dissolution, il choquera, il ébranlera et il rompra facilement les pointes chargées du corps de mercure, et il leur fera lâcher prise, d'où vient que le mercure se précipite par sa propre pésanteur. Er fügt hinzu: On peut expliquer par ce mesme raisonnement, pourquoy le plomb dissout dans le vinaigre est précipité par l'esprit de vitriol ou par l'esprit de sel.

So erklärte Lemery alle Auflöſungen, alle Fällungen. Keiner ſeiner Zeitgenoſſen führte ſeine Anſichten über das Weſen der Verwandtſchaft ſo conſequent durch wie er; Stahl z. B. ſchließt ſich zwar mehr an Boyle's Vorſtellung an, indem auch er eine Aneinanderlagerung der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile bei der Bildung der chemiſchen Verbindung annimmt, allein er geht nicht weiter auf die ſpecielle Anwendung dieſer Anſicht ein. Stahl's Anſichten.

Der nächſte Gelehrte, welcher die Affinitätserſcheinungen wieder unter einem theoretiſchen Geſichtspunkte genauer betrachtet, iſt Newton[1]), der

1) Iſaac Newton war 1642 zu Woolſthorpe, einem kleinen Dorfe in Lincolnſhire, geboren. Früh entwickelte ſich in ihm ein bedeutendes mechaniſches Talent; die Unterſtützung eines Verwandten ſetzte ihn in den Stand, 1660

Digitized by Google

Newton's Ansichten. in seinen Opticks (1701 erschienen) mehrere dahin gehörige Fälle berührt. Auch er betrachtet als Ursache derselben Attraction zwischen den kleinsten Theilchen. »Ist das Zerfließen des Weinsteinsalzes,« fragt er in den Opticks, »nicht durch eine Attraction zwischen den salinischen Partikeln und den Wasserdämpfen der Atmosphäre hervorgebracht? Warum zerfließt das gemeine Salz, der Salpeter und der Vitriol nicht, wenn nicht deßhalb, weil ihnen eine solche Attractionskraft abgeht?« So ist es nach Newton Attraction zwischen den Vitriolölpartikeln und den Wasserpartikeln, welche verursacht, daß das erstere das letztere aus der Luft anzieht; es ist die größere Attraction des Vitriolöls zum fixen Alkali, welche macht, daß dadurch aus Salpeter und Kochsalz Säuren ausgetrieben werden. Auflösung findet nach Newton Statt, wenn die kleinsten Theilchen eines Körpers zu denen des Auflösungsmittels mehr Attraction haben, als diese unter sich; die Säuren sind nach ihm Körper, welche mit besonders starker Attractionskraft begabt sind. Dies alles könnte nur als Umschreibung der reinen Erfahrung gelten; wichtiger ist, daß Newton aussprach, solche chemische Attraction zwischen zwei Substanzen habe nie einseitig, sondern immer gegenseitig Statt, und daß er die chemische Attraction von der allgemeinen Anziehungskraft (der Schwerkraft) als verschieden unterschied. Er glaubte namentlich, daß die erstere in einem größeren Verhältniß zunehme bei Verminderung des Abstandes, als die letztere.

St. F. Geoffroy, welcher sich 1718 so viel mit Verwandtschaftserscheinungen beschäftigte, hat hinsichtlich der theoretischen Erklärung derselben nichts geäußert; er blieb nur bei der Erfahrung stehen.

Boerhave's Ansichten. Boerhave, dessen 1732 erschienene Elementa chemiae sonst manches Ausgezeichnete für die Lehre von der Verwandtschaft enthalten (insofern Verwandtschaft die Erscheinungen bei der Vereinigung heterogener Stoffe bedingt, welche er unter der Lehre von den Lösungsmitteln ausführlich bespricht), hat über die Ursache der Verwandtschaft nur wenig mitgetheilt. Das Bestreben der verschiedenen Körper, sich zu vereinigen, schreibt er einer eigenthümlichen ihnen einwohnenden Kraft zu, die er als amor oder amicitia definirt.

---

die Universität Cambridge zu beziehen, wo er sich vorzüglich mathematischen Studien hingab. 1666 ungefähr begann er seine mathematisch-astronomischen Untersuchungen, die ihm den Ruhm eines der ausgezeichnetsten Forscher aller Zeiten gesichert haben. Er wurde 1696 Professor der Mathematik zu Cambridge, 1697 Vorsteher der Münze zu London. Er starb 1727.

Digitized by Google

Einen ganz mechaniſchen Vorgang erkennt er bei der Auflöſung namentlich nicht an. Non actiones mechanicae, non propulsiones violentae, non inimicitiae cogitandae, sed amicitia, si amor dicendus copulae cupido. Und er hebt noch beſonders hervor, daß die Verwandtſchaft wechſelſeitig iſt. Nonne evidenter cernitis, ſagt er zu ſeinen Zuhörern, wo von der Auflöſung des Goldes in Königswaſſer die Rede iſt, hic inter unamquamque auri, et aquae regiae, particulam, virtutem quandam mutuam, qua auri pars illam, haec vero auri particulam amat, unit, retinet? Ueber die Urſache, weßhalb ein Körper den andern auflöſt, drückt er ſich nur dunkel aus. Menstrua agunt solo motu, ſagt er, und beweist dann, daß die Zertheilung des aufzulöſenden Stoffes, welche bei der Auflöſung eintritt, keine mechaniſche und deßhalb auch keine auf mechaniſchen Urſachen beruhende ſein könne. Man könne es zwar Auflöſung nennen, wenn eine Kugel von Töpferthon in Waſſer gelegt ſich darin in höchſt feine Theilchen zertheile, wenn das Waſſer zum Kochen gebracht werde, und eine ſolche Auflöſung wolle er als mechaniſche anerkennen, aber das ſei doch etwas anderes als eine chemiſche Auflöſung, wo nach dem Erkalten kein Abſetzen, keine Zerlegung, ſtattfinde, wo eine Verbindung ſtattgefunden habe, die dauernd ſei. — Uebrigens ſcheint ſich doch Boerhave's Anſicht der Corpusculartheorie Boyle's zu nähern, wie z. B. auch die oben Seite 289 mitgetheilte Stelle ſchließen läßt. Indeß iſt von ihm nichts Näheres über die Art der Aggregirung der kleinſten Theilchen mitgetheilt, ebenſo wenig als in Boyle's Schriften ſelbſt; auch Newton's theoretiſche Anſichten ſind von Boerhave zwar kurz erwähnt, aber nicht anerkannt. Hinſichtlich der theoretiſchen Anſicht über das Weſen der Verwandtſchaft hat alſo Boerhave nichts Weſentliches den früheren Meinungen hinzugefügt.

Boerhave's Anſichten.

Newton's Meinung fand Widerſpruch bei Buffon [1]), der die Attraction der Partikeln, welche die Affinitätserſcheinungen hervorbringt, als identiſch mit der allgemeinen Anziehungskraft, der Gravitation, be-

Buffon's Anſichten.

[1]) Georges Louis Leclerc Graf von Buffon, war zu Montbar in Burgund 1707 geboren, wo ſein Vater, Benjamin Leclerc, als Parlamentsrath lebte. Nach einer ausgezeichneten Erziehung wandte er ſich dem Studium der Geometrie, Phyſik und Ruralökonomie beſonders zu; die Pariſer Akademie ernannte ihn 1733 zu ihrem Mitglied. Auf die Naturgeſchichte concentrirte Buffon ſeine Kräfte, nachdem er 1739 zum Intendanten des Jardin des plantes ernannt worden war; von 1749 an datirt die Herausgabe ſeiner

Digitized by Google

Buffon's Anſichten. trachtete. Seine Anſichten, wie ſie ſich in ſeinen 1778 erſchienenen Epoques de la nature dargeſtellt finden, gingen darauf hinaus, daß die kleinſten Theile der verſchiedenen Stoffe eine verſchiedene Geſtalt beſitzen, daß je nach der verſchiedenen Geſtalt ihre Schwerpunkte ſich mehr oder weniger nähern können, und daß hiervon die Verſchiedenheit in der Stärke der Verwandtſchaft zwiſchen verſchiedenen Körpern abhängt. Nach dieſer Anſicht ſollte auf die Form der Partikeln alles ankommen, und ſogar Gleichheit des Urſtoffes bei den Partikeln aller Körper wurde, wie bei Boyle, für möglich erachtet, indem die Verſchiedenheit der Geſtalt hinreiche, um alle Phänomene zu erklären.

Bergman's Anſichten. Bergman, der von 1775 an ſich mit der Unterſuchung der Affinität beſonders beſchäftigte, und durch ſeine vielfachen Verſuche und richtigen Beobachtungen ſich hinſichtlich dieſes Gegenſtandes eine große Autorität erwarb, ſchloß ſich in ſeinen theoretiſchen Anſichten mehr an die Vorhergehenden an. Auch er nahm an, daß der Anziehung der Atome zu einander (der Affinität) ſehr wohl die allgemeine Schwerkraft zu Grunde liegen könne, daß die Attraction der Atome zu einander aber anderen Geſetzen unterworfen ſei, als bei den übrigen Gravitationserſcheinungen gültig ſind, wegen der verſchiedenen Geſtalt der Atome und wegen ihrer verſchiedenen Stellung. Je nach der verſchiedenen Form der Atome zweier Körper und je nach ihrer gegenſeitigen Stellung iſt nun auch die Attraction zwiſchen den Atomen dieſer beiden Körper, die Affinität, verſchieden. Alle Körper haben Attraction zu einander, aber je zwei verſchiedene Paare von Körpern äußern dieſe Attraction in verſchiedener Stärke. Unter mehreren Materien wird alſo nur die eine oder die andere von einer gegebenen dritten Materie zur Verbindung angezogen werden, nämlich die, deren Atome mit den Atomen der dritten Materie durch den gegenſeitigen Einfluß der Form und Stellung die größte Attraction hervorbringen. — Weil dieſer Anſicht gemäß gewiſſermaßen mit Auswahl angezogen wird, ſchlug Bergman die Bezeichnung attractio electiva vor, was im Deutſchen allgemein mit Wahlverwandtſchaft wiedergegeben wurde.

---

großen Histoire naturelle, zu welcher er ſpäter noch Supplementbände ſchrieb, von denen der fünfte (1778 erſchienen) die oben erwähnten Epoques de la nature enthält. — Von Ludwig XV. wurde Buffon in den Grafenſtand erhoben; er ſtarb 1788.

Digitized by Google

Nach Bergman iſt übrigens die Attraction zwiſchen den Atomen von zwei gewiſſen Körpern eine ganz beſtimmte Größe, die im Allgemeinen conſtant iſt, ſo lange nicht andere influirende Umſtände, z. B. bedeutende Temperaturerhöhung, eine Aenderung bedingen. Eben weil Bergman die Verwandtſchaft zwiſchen zwei beſtimmten Materien für unveränderlich hielt, glaubte er, die Erſcheinungen, die bei der Einwirkung verſchiedener Körper eintreten, ließen ſich mit Gewißheit vorausbeſtimmen, wenn man alle Attractionen der verſchiedenen Materien unter einander der Größe nach kenne. Die relative Größe der Affinität verſchiedener Subſtanzen zu einer dritten beſtimmte Bergman nach Geoffroy's Methode durch Zerſetzung, ſo daß eine Subſtanz, welche eine zweite aus ihrer Verbindung mit einer dritten austreibt, zu dieſer dritten mehr Verwandtſchaft hat, als die zweite. Auf dieſe Art erhielt er die ſchon oben (Seite 301) mitgetheilten Verwandtſchafstafeln, welche die Reihenfolge der Affinitäten verſchiedener Körper zu Einem beſtimmten angeben. Bergman glaubte indeß auch noch auf andere Weiſe die verſchiedene Größe der Verwandtſchaft zwiſchen verſchiedenen Stoffen ausmitteln zu können, namentlich was die Verwandtſchaft zwiſchen Säuren und Baſen betrifft. Er wußte, daß ſämmtliche Verbindungen nur nach Einem oder doch nur nach ſehr wenigen feſten Mengenverhältniſſen der Beſtandtheile ſtattfinden, daß z. B. die Menge Baſis, welche nöthig iſt, um eine beſtimmte Menge derſelben Säure zu ſättigen und damit ein neutrales Salz zu bilden, unveränderlich ſtets dieſelbe iſt. Er ſuchte die verſchiedenen Quantitäten verſchiedener Baſen zu beſtimmen, die durch dieſelbe Quantität einer Säure neutraliſirt werden, und er glaubte einen allgemeinen Zuſammenhang zwiſchen der Affinitätsgröße zweier Körper (einer Säure und einer Baſis) unter einander, und dem Quantitätsverhältniß, in welchem ſie ſich neutraliſiren, aufgefunden zu haben. Unter dem Namen eines chemiſchen Paradorons ſtellte er den Satz auf, daß, je ſtärker die Verwandtſchaft einer Materie ſei, um ſo weniger von einer andern Materie zu ihrer Sättigung erfordert werde [1]); eine Be-

Bergman's Anſichten.

[1]) Bergman wurde auf dieſen Satz zuerſt durch einen Ausſpruch Scheffer's geleitet, deſſen Vorleſungen der Erſtere 1775 herausgab (vergl. Seite 70 dieſes Theiles). In Beziehung auf die am eben angeführten Orte mitgetheilten Verſuche ſagte Scheffer: »die Alkalien erfordern zu ihrer Sättigung mehr von den ſtärkeren und ſchwereren, als von den ſchwächeren und leichteren

Digitized by Google

Bergman's Anſichten.

hauptung, deren Folgerungen ihm durch die Reſultate ſeiner Analyſen gerechtfertigt zu ſein ſchienen. Als Folgerungen gehen die Sätze hervor: eine Baſis erfordert zu ihrer Sättigung eine um ſo größere Menge Säure, je größer ihre Verwandtſchaft zu dieſer Säure iſt, — und: eine Säure erfordert zu ihrer Sättigung eine um ſo größere Menge Baſis, je größer ihre Verwandtſchaft zu dieſer Baſis iſt. Zum Beweis der Richtigkeit dieſer Sätze ſtellte Bergman die von ihm gefundenen Zuſammenſetzungen auf, welche er indeß alle unrichtig angab, wie man es erwarten muß, da ſeine Analyſen faſt die erſten waren, die jemals angeſtellt wurden. So erfordern nach Bergman zur Neutraliſation (ich füge zur Beurtheilung der Genauigkeit ſeiner Analyſen die richtigen Beſtimmungen in Klammern bei)

100 Gewichtstheile Kali:			100 Gewichtstheile Natron:		
78,5 Gewichtsth.	Schwefelſäure	(85)	177 Gewichtsth.	Schwefelſäure	(128)
64 »	Salpeterſäure	(114)	135,5 »	Salpeterſäure	(172)
51,5 »	Salzſäure	(58)	125 »	Salzſäure	(87)

Nach Bergman's Angaben würden hier allerdings die Säuren der Quantität nach, in welcher ſie daſſelbe Gewicht Baſis neutraliſiren, in der nämlichen Reihenfolge ſtehen, in welcher ſie ſich auch der Affinität nach ordnen; allein eine Vergleichung ſeiner Angaben mit den wahren Verbindungsverhältniſſen zeigt die große Unrichtigkeit der erſteren. Sobald auch die chemiſche Analyſe etwas an Vervollkommnung zunahm, mußten die Widerſprüche zwiſchen den obigen Behauptungen Bergman's und der Erfahrung an's Licht kommen, und bei keinem von denen, welche ſich nach Bergman mit der Unterſuchung der Affinität beſchäftigten, finden wir dieſe Meinungen unverändert adoptirt. Von dieſen ſpäteren Gelehrten wurden die verſchiedenartigſten Methoden in Vorſchlag gebracht, die Verwandtſchaftsgröße in Zahlen noch auf anderem Weg als aus den Verwandtſchaftstafeln abzuleiten; wir wollen zuerſt die Meinung Kirwan's näher betrachten, da ſich ſeine Unterſuchungen an die Bergman's in der Art anſchließen, daß auch er aus dem Mengenverhältniß, in welchem ſich zwei Körper verbinden, auf die Größe der Verwandtſchaft zwiſchen dieſen beiden Körpern zu ſchließen ſuchte.

Säuren.« An dieſe Aeußerung knüpfen ſich die Seite 71 dieſes Bandes erwähnten Verſuche Bergman's und ſeine oben angeführten theoretiſchen Unterſuchungen.

Digitized by Google

Kirwan's Ansichten.

Kirwan war der unmittelbare Nachfolger Bergman's sowohl was die Untersuchungen über die Verwandtschaftsreihen als auch was die Ausmittelung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen angeht; hinsichtlich der ersteren konnte er den zahlreichen und genauen Beobachtungen Bergman's nur wenig hinzufügen, was aber die Bestimmung der Zusammensetzung angeht, übertraf er seinen Vorgänger weit an Genauigkeit der Resultate, wie sich aus den gleich mitzutheilenden Bestimmungen von ihm ergiebt, und außerdem in dem Abschnitt »analytische Chemie« ausführlicher erörtert ist. — Kirwan stimmte, was die Attraction der Atome als Ursache der Affinität angeht, mit Bergman überein; in den Schlußfolgerungen aber, welche aus seinen Analysen hinsichtlich der Abhängigkeit der Affinitätsgröße von dem Verbindungsverhältniß abzuleiten er sich für berechtigt hielt, wich er theilweise von demselben ab. Mit Bergman übereinstimmend glaubte er, die Affinität einer Basis zu einer Säure sei um so größer, je mehr von der Basis sich mit der Säure bei der Neutralisation vereinigt; aber im Widerspruch mit Bergman nahm er noch an, die Affinität einer Säure gegen eine Basis sei um so geringer, je mehr von der Säure sich mit der Basis bei der Neutralisation vereinigt. — Diese Schlußfolgerungen standen indeß mit Kirwan's Resultaten über die Zusammensetzung der neutralen Salze selbst im Widerspruch, wenn man die Affinität der Körper zu einander als durch die Zersetzungserscheinungen gegeben annimmt. Nach seinen Versuchen neutralisiren (ich füge die richtigen Zahlen [1]) zur Vergleichung wieder in Klammern bei)

100 Gewichtstheile	Kali	Natron	Ammon.	Baryt	Strontian	Kalk
Schwefelsäure	121 (118)	78 (78)	26 (42)	200 (192)	138 (130)	70 (71)
Salpetersäure	117 (87)	73 (58)	40 (31)	178 (142)	116 (96)	56 (53)
Salzsäure	177 (172)	136 (114)	58 (62)	314 (280)	216 (190)	118 (104)
Kohlensäure	95 (107)	150 (142)		354 (348)	231 (236)	122 (129)

Man ersieht hieraus, wie sich Kirwan's Bestimmungen den richtigen schon viel mehr nähern, als die Bergman's; wie aber seine Resul-

[1]) Von den kohlensauren Salzen analysirte Kirwan das doppeltkohlensaure Kali und das einfachkohlensaure Natron. —

Digitized by Google

Kirwan's Ansichten. tate in keiner Weise mit den von ihm für die Affinitätsgrößen der Säuren und Basen aufgestellten allgemeinen Gesetzen im Einklang stehen. Dieser Widerspruch zwischen der Erfahrung und den aufgestellten Theorien Bergman's und Kirwan's mag die Ursache sein, daß die anderen Gelehrten, welche sich zu dieser Zeit an der Bestimmung der Affinitätsgrößen versuchten, es aufgaben, aus den Quantitäten, worin sich die verschiedenen Stoffe vereinigen, die Stärke der Verwandtschaft zwischen denselben herleiten zu wollen. Schon vor Kirwan waren indeß Versuche gemacht worden, die Größe der Affinität zwischen zwei Körpern auf andere Art direct (nicht aus den Verwandtschaftstafeln) zu bestimmen.

Wenzel's Ansichten. Es gehört hierher der Versuch von Wenzel, die Größe der Verwandtschaft verschiedener Körper zu einem Auflösungsmittel aus der Zeit zu bestimmen, welche zur völligen Auflösung erforderlich ist. Nach ihm sollte sich die Verwandtschaft verschiedener Körper zu demselben Lösungsmittel, bei gleicher Quantität des aufgelösten, umgekehrt verhalten wie die Zeit der Auflösung. Soviel Verdienste auch Wenzel, dessen Werk über die Verwandtschaft schon 1777 erschien, um die Erkenntniß der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen und um die Lehre von den bestimmten Proportionen hat (vergleich da), so lag doch in dieser seiner Behauptung über den Zusammenhang zwischen Affinität und Auflösungszeit eine große Verkennung der ersteren Kraft; seine Ansicht darüber wurde auch bald als irrig erkannt und nicht weiter beachtet.

Guyton-Morveau's Ansichten. Wieder andere Ansichten über die Affinität und die Mittel, sie der Größe nach zu bestimmen, hatte Guyton de Morveau, dessen 1786 in der Encyclopédie méthodique publicirte Abhandlungen über Affinität und Adhäsion mit Recht zu jener Zeit ein vorzügliches Ansehen genossen. — Guyton stimmte im Wesentlichen mit Buffon's Meinung überein, was die Ursache der Affinität anlangt, wenn er gleich zugestand, daß die Annahme einer verschiedenen Gestalt der Atome allein nicht ausreiche, alle Verwandtschaftserscheinungen genügend zu erklären. — Ihm eigenthümlich war der Gedanke, die Adhäsion als eine mit der Affinität gleichartige Kraft anzusehen, oder doch die Adhäsionserscheinungen als Wirkungen derselben Kraft, der Gravitation, zu betrachten, welche auch die Verwandtschaftserscheinungen hervorbringe. Demgemäß suchte er selbst aus der Größe der Adhäsion zwischen zwei Stoffen ihre Verwandtschaftsgröße herzuleiten, und es schien ihm eine Bestätigung seiner Ansicht, daß die Metalle eine um so

Digitized by Google

größere Adhäſion zum Queckſilber zeigen, je leichter ſie ſich damit amalgamiren (chemiſch verbinden). Indeß auch dieſes Mittel, die Verwandtſchaftsgröße zu beſtimmen, wurde bald als ungenügend erkannt.

Von den minder beachteten Vorſchlägen anderer Chemiker, die Größe der Affinität zu beſtimmen, mag hier nur noch der erwähnt werden, welchen Fourcroy um 1800 that, nämlich die Stärke der Verwandtſchaft zweier Körper aus der Temperatur zu beſtimmen, welche zur Zerſetzung ihrer Verbindung nöthig iſt. An ſich nur auf verhältnißmäßig wenige Verbindungen anwendbar, wurde dieſer Vorſchlag kaum beachtet, und blieb ohne weiteren Einfluß auf die Anſichten über die Verwandtſchaft.

Es ſind dieſes die wichtigſten Verſuche, welche bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts angeſtellt wurden, um eine Theorie über die Urſache der Affinitätserſcheinungen zu geben und einen Zuſammenhang zwiſchen dieſer Urſache und anderen chemiſchen oder phyſikaliſchen Verhältniſſen, z. B. des Zuſammenſetzungsverhältniſſes der Verbindung, der Adhäſion u. ſ. w., nachzuweiſen. Alle dieſe Verſuche ſcheiterten, und wenn auch Bergman's Anſichten zu dem genannten Zeitpunkte von den meiſten Chemikern angenommen waren, ſo beweist dies nicht, daß ſie alle Erſcheinungen conſequent erklärten, ſondern nur daß ſie, mit den anderen aufgeſtellten Theorien verglichen, noch am beſten mit der Erfahrung zu harmoniren ſchienen; zu der allgemeinen Billigung derſelben trug noch außerdem Bergman's Ruf als praktiſcher Chemiker nicht wenig bei, und half dazu, daß über die einzelnen Mängel ſeiner Affinitätslehre weggeſehen wurde. Am meiſten erſchüttert wurde Bergman's Theorie durch die Aufſtellung der Affinitätslehre von Berthollet, die ihr in vielen Fällen geradezu widerſprach, und alle Verwandtſchaftserſcheinungen durch die einfachſten Hülfsmittel, durch Annahme einer allgemeinen Attractionskraft und eines großen Einfluſſes der phyſikaliſchen Eigenſchaften der Körper, zu erklären ſchien.

Berthollet's Lehre.

Berthollet, deſſen Schriften über die Affinität ich bereits im erſten Theile (S. 339) angeführt habe, betrachtete als Urſache der chemiſchen Verbindungen, wie es auch Bergman und noch mehrere der im Vorhergehenden genannten Chemiker angenommen hatten, die allgemeine Anziehungskraft der Materie, die ſich aber hier von der Gravitation verſchieden äußert, weil ſie nicht wie dieſe auf Maſſen, deren ſonſtige äußere phyſikaliſche Verhältniſſe dafür nicht von Belang ſind, ſondern auf die kleinſten Theilchen der Materie wirkt, deren Geſtalt, Cohäſion und Beſtreben, den gasförmigen Zu-

Digitized by Google

Berthollet's Lehre. stand anzunehmen, hier mit in's Spiel kommen. Die Ansicht Bergman's über Wahlverwandtschaft, vermöge deren ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen der letzteren (b oder c) nur vermöge seiner größeren Verwandtschaft zu c oder b abscheiden soll, um sich mit c oder b zu vereinigen, hielt Berthollet für unverträglich mit der Annahme, daß die Affinität auf Anziehung beruht. Wäre nur die Attraction die Ursache der Affinitätserscheinungen, so könnte nach ihm durch Zusammenbringen von a mit b c keine andere Wirkung als die Bildung einer neuen Verbindung a b c erfolgen. Es hat aber in Wirklichkeit öfters eine andere Wirkung Statt, und um diese zu erklären, stellte Berthollet eine Theorie auf, die man in folgenden Sätzen zusammenfassen kann.

Alle Körper haben Verwandtschaft zu einander, aber die Größe der Verwandtschaft ist einmal an sich verschieden (wegen der verschiedenen Form der kleinsten Theilchen), und besonders sind noch die Wirkungen verschieden wegen der Verschiedenheit der Körper, was Cohäsion (worunter er Schwerlöslichkeit versteht) und Elasticität (Bestreben, in den gasförmigen Zustand überzugehen) betrifft. — Die Körper können nur dann auf einander chemisch wirken, wenn sich ihre kleinsten Theilchen in unmittelbarer Berührung, in Auflösung, befinden. Die chemische Wirksamkeit eines Körpers auf einen andern hängt ab von seiner Verwandtschaft zu ihm und von dem Mengenverhältniß, worin sich beide bei ihrer Einwirkung auf einander befinden. Ein Körper wird der chemischen Action entzogen, wenn er sich unlöslich ausscheidet, oder wenn er als Gas weggeht.

Aus diesen Sätzen suchte Berthollet alle Verwandtschaftserscheinungen zu erklären. Wir wollen ihm zuerst in seiner Erklärung folgen, was geschieht, wenn wir Körper von verschiedener Verwandtschaft zu einem dritten auf diesen einwirken lassen, und wie es zugeht, daß ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen Bestandtheil b vollständig abscheiden kann.

Wird eine Auflösung von a mit einer Auflösung von b c vermischt, und scheidet sich hierbei weder etwas ab, noch entweicht etwas gasförmig, so werden sich a und b in c theilen, jedes, a wie b, wird sich mit um so mehr c vereinigen, je größer seine Verwandtschaft zu diesem Körper ist, und in je größerer Menge es vorhanden ist: Ist die Affinität von a zu c durch die Größe α ausgedrückt, wenn β die Affinität von b zu c bedeutet, ist in der Lösung a in der Gewichtsmenge A, b in der Gewichtsmenge B, c in

Digitized by Google

der Gewichtsmenge C enthalten, so wird sich c so unter a und b vertheilen, daß mit den A Gewichtstheilen a verbunden sind $\frac{A\alpha}{A\alpha + B\beta}$ C von c, mit den B Gewichtstheilen von b aber $\frac{B\beta}{A\alpha + B\beta}$ C von c. Es tritt nach diesem Gesetze gewissermaßen ein chemisches Gleichgewicht ein. Der chemische Effect jedes der Körper a und b hängt ab von seiner Verwandtschaft zu c und von seiner Masse; das Maaß des Effects ist durch das Product der Masse in die Verwandtschaft gegeben; dieses Product bezeichnete Berthollet unter dem Namen masse chymique, was man im Deutschen durch »chemische Masse« oder besser durch »chemisches Moment« wiedergegeben hat.

Es folgt hieraus, daß, wofern sich bei der Mischung von a mit bc nichts niederschlägt und nichts verflüchtigt, der Körper a dem Körper b nie alles c entziehen kann, wenn auch a noch so starke Verwandtschaft zu c hat; daß umgekehrt, wenn b noch so starke Verwandtschaft zu c hat, man ihm doch durch das dem c beiweitem weniger verwandte a einen merkbaren Antheil des ersteren entziehen kann, wenn man nur die Menge von a gehörig groß im Verhältniß zu der von b nimmt; daß man überhaupt (zur Hervorbringung einer chemischen Wirkung) einer Materie, was ihr an Verwandtschaftskraft abgeht, durch Vergrößerung der Menge ersetzen kann.

Eine solche Theilung von c unter a und b findet aber nur Statt, wenn bei der Vermischung von a mit bc sich nichts niederschlägt und nichts ausscheidet. Ist aber der Körper b ein solcher, der von c abgeschieden Gasgestalt annimmt (hat b eine bedeutende Elasticität), so ist der Erfolg ein anderer, es kann alsdann eine vollständige Zersetzung stattfinden.

Kommt zu einer Verbindung bc, worin b ein solcher Körper ist, ein Stoff a, der zu c Verwandtschaft hat, so wird a zunächst nach dem vorstehenden Gesetze sich einer gewissen Menge von c bemächtigen; es wird dadurch mehr b mit dem Reste von c vereinigt, als dieser fixiren kann, es wird sich eine gewisse Menge von diesem b gasförmig abscheiden; auf die zurückgebliebene Menge bc wirkt a nun neuerdings ein, um ein Gleichgewicht nach dem erwähnten Gesetze zu bewerkstelligen, der Vorgang des Ausscheidens von b wiederholt sich, und allmälig wird alles b von c vollständig abgeschieden und ausgetrieben, und alles c ist mit a vereinigt.

Aehnliche Umstände bedingen eine vollkommene Zersetzung, wenn die durch Zersetzung von bc durch a sich bildende Verbindung ac unlöslich ist

Digitized by Google

Berthollet's Lehre.

(große Cohäsion hat), und sich abscheidet. Während früher, wo ein Theil von c alles zugesetzte a beschäftigen konnte (wie der andere Theil von a alles vorhandene b), ist die Herstellung eines solchen chemischen Gleichgewichts nun nicht mehr möglich. Geht a mit c eine unlösliche Verbindung ein, so entsteht ein Niederschlag ac; alles c, was durch a an sich gezogen wurde, fällt nieder, aber nicht mit allem, sondern nur mit einem Theile von a verbunden, nämlich mit so viel, als es in den unlöslichen Zustand überführen kann. Der Theil von a, der nicht mit niedergeschlagen worden ist, wirkt von Neuem auf das noch unzersetzte bc, er entzieht diesem einen neuen Antheil c, der sich wieder mit einem Theile von a niederschlägt, und dieser Vorgang wiederholt sich, bis alles c mit a verbunden aus der Lösung niedergeschlagen ist.

Während also nach der Bergman'schen Ansicht über Wahlverwandtschaften ein Stoff eine andere Verbindung je nach seiner specifischen Verwandtschaft zu einem der Bestandttheile derselben entweder gar nicht oder vollkommen zersetzt, die Zersetzungsproducte mögen nun fest, flüssig oder gasförmig sein, lehrte Berthollet, daß weder einfache noch doppelte Wahlverwandtschaft in dem Sinne, wie sie Bergman nahm, existirt, vollständige Zersetzung nur statthat unter Mitwirkung der Elasticität oder der Cohäsion der betreffenden Körper. Die Elasticität eines Bestandtheils trägt dazu bei, indem dann dieser Bestandtheil gasförmig entweicht und so aus dem chemischen Wirkungskreise entfernt wird; die Cohäsion einer gebildeten Verbindung, indem sie Unauflöslichkeit, Abscheiden und Verringern der Zahl der Angriffspunkte hervorbringt.

Je größer die Cohäsion ist, um so vollständiger ist die durch sie eingeleitete Zersetzung: also um je unlöslicher eine zu bildende Verbindung ist, um so vollständiger wird die bis dahin bestandene Verbindung zersetzt. Oxalsaurer Kalk ist ein sehr schwerlösliches Salz, aber Oxalsäure fällt nach Berthollet doch nicht aus Auflösungen von Kalksalzen allen Kalk heraus, sondern nur so viel davon, bis der Ueberschuß an frei gewordener (vorher mit dem Kalke verbundener) Säure der Affinität der Oxalsäure zum Kalke und der Cohäsion des oxalsauren Kalkes zusammen das Gleichgewicht hält. — Selbst sehr starke Cohäsion kann durch chemische Masse überwunden werden; so kann schwefelsaurer Baryt durch kohlensaures Kali zersetzt werden, falls nur letzteres in einem sehr großen Ueberschusse, der sehr großen Cohäsion des schwefelsauren Baryts entsprechend, angewandt wird.

Digitized by Google

Um die Wirkung der Affinität bei Mischungen zu beobachten, wobei Alles aufgelöst bleibt, kann man nach Berthollet sich nicht des Mittels bedienen, die gebildeten Salze aus der Mischung auskrystallisiren zu lassen, denn in einer Auflösung können die Bestandtheile mehrerer Salze ganz anders zusammengestellt sein, als die Krystallisationsproducte schließen lassen. — Krystallisiren ist nämlich ein Uebergehen in's Unlösliche; der krystallisirende Stoff ist unlöslich in seiner Mutterlauge (unter den Umständen, in welchen er krystallisirt), und sobald also eine gebildete Verbindung anfängt aus der Lösung herauszukrystallisiren, tritt der Vorgang ein, der eben für den Fall besprochen wurde, wo sich eine gebildete Verbindung unlöslich ausscheidet. So z. B. kann durch Vermischen von salpetersaurem Kali mit Schwefelsäure und Auskrystallisirenlassen fast alles Kali in Verbindung mit Schwefelsäure erhalten werden, obgleich bei Temperaturen, wo Alles gelöst ist, das Kali nicht vorzugsweise an die Schwefelsäure tritt, sondern sich nach dem Gesetz der chemischen Massen unter die Schwefelsäure und die Salpetersäure gleichmäßig vertheilt. Berthollet's Lehre.

Es wurde erwähnt, daß in den Fällen, wo Verbindungen unlöslich ausgeschieden werden, nicht immer die ganzen vorhandenen Mengen der Bestandtheile sich niederschlagen, sondern mit einer gewissen Menge des einen Bestandtheils nur soviel von dem andern, als der erstere in den unlöslichen Zustand überführen kann. Um hierüber vollkommene Einsicht zu erhalten, wollen wir Berthollet's Ansichten über die Verhältnisse der Gewichtsmengen der Bestandtheile in solchen Niederschlägen und in chemischen Verbindungen überhaupt näher untersuchen.

Nach Berthollet können sich alle mit einander verwandten Körper in allen möglichen Verhältnissen mit einander zu eigenthümlichen chemischen Verbindungen vereinigen, wenn diese Verbindungen Flüssigkeiten sind, und wenn nicht die Cohäsion der Verbindung oder eines Bestandtheils oder die Elasticität eines Bestandtheils den Verbindungsverhältnissen Grenzen setzt; in diesem letzteren Falle werden die möglichen Verbindungsverhältnisse in weitere oder engere Grenzen beschränkt sein.

Um z. B. die Cohäsion des Eisens bei seiner Vereinigung mit Sauerstoff zu überwinden, ist eine gewisse Menge des letzteren nöthig, die von der Cohäsion des Metalls und der Stärke seiner Affinität zum Sauerstoff abhängt. Mit weniger Sauerstoff als dieser bestimmten Menge kann man Eisen nicht chemisch vereinigen. — Um die Elasticität des Sauerstoffs hin-

Digitized by Google

Berthollet's Lehre.

gegen bei seiner Vereinigung mit Eisen zu überwinden, um den Sauerstoff durch Eisen zu fixiren, ist ebenfalls eine gewisse Menge dieses Metalls nöthig, die von der Elasticität des Sauerstoffs und seiner Verwandtschaft zum Eisen abhängt, und mit weniger Eisen als dieser bestimmten Menge kann man den Sauerstoff nicht verbinden. — Wir haben hier die zwei Grenzverhältnisse der Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff; innerhalb derselben kann sich nach Berthollet Eisen mit Sauerstoff in allen möglichen Verhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen.

Aehnliche Ansichten hegte Berthollet über die Zusammensetzung der Niederschläge, welche sich bei Mischung von Verbindungen bilden. Ob solche Niederschläge eine constante Zusammensetzung haben, hängt nach ihm davon ab, inwiefern die Bestandtheile gleiche Löslichkeit haben. Sind beide Bestandtheile eines solchen Niederschlags gleich löslich, so ist die Zusammensetzung der aus ihnen gebildeten unlöslichen Verbindung eine bestimmte und constant; jeder Ueberschuß des einen oder des andern Bestandtheils wird nämlich von dem Lösungsmittel in Auflösung gehalten. Ist aber ein Bestandtheil an und für sich unlöslich, so kann die Zusammensetzung variiren; man kann die Menge des löslichen Bestandtheils in der Verbindung verringern, ohne daß eine Auflösung des andern Bestandtheils stattfindet, und chemische Verbindungen in mehrfachen Verhältnissen (deren Grenzen sich analog dem vorher gegebenen Beispiel bestimmen) sind möglich. — Ebenso variabel ist die Zusammensetzung einer krystallisirenden Verbindung, wenn der eine Bestandtheil viel löslicher ist, als der andere; der letztere verhält sich beim Krystallisiren alsdann relativ wie ein unlöslicher Körper; man erhält Verbindungen in den verschiedensten Proportionen, wenn man solche Verbindungen immer wieder in neuem Lösungsmittel auflöst und krystalliren läßt, bis man an eine Verbindung kommt, wo die enthaltenen Mengen der Bestandtheile sich in derselben Menge Lösungsmittel lösen, gegen diese gleiche Auflöslichkeit haben.

Diese Sätze von Berthollet beruhten auf unrichtigen Beobachtungen, auf der Untersuchung unreiner Niederschläge, die er für reine chemische Verbindungen hielt, und auf fehlerhaften Analysen. Die nähere Betrachtung, wie diese Behauptungen aufgenommen wurden, gehört dahin, wo von der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen die Rede ist.

Ein constantes Gewichtsverhältniß gesteht indeß Berthollet noch da zu, wo durch Vermischen zweier Körper die hervorstechenden Eigenschaften

Digitized by Google

eines jeden vollkommen aufgehoben werden, namentlich bei der Neutralisation der Säuren und Basen durch einander und ihrer Verbindung zu löslichen Neutralsalzen. Daß hierbei constante Verhältnisse obwalten, war durch viele Beobachtungen außer Zweifel gestellt; Berthollet wandte die dabei gewonnenen Zahlenresultate an, um über die Stärke der Verwandtschaft der Säuren und Basen zu einander bestimmtere Auskunft zu geben. Berthollet's Lehre.

Um eine gegebene Gewichtsmenge einer Säure zu neutralisiren, um also einen gewissen chemischen Effect auszuüben, sind von den verschiedenen Basen verschiedene Gewichtsmengen nöthig. Der chemische Effect aber ist das Product aus der Masse in die Verwandtschaftsstärke. Um je kleiner also bei gleichem chemischen Effect eines Körpers die erforderliche Menge desselben ist, um so größer muß seine Verwandtschaftskraft sein. Berthollet stellte hiernach, in vollständigem Widerspruch mit Bergman's (Seite 314) und theilweise mit Kirwan's (Seite 315) Ansichten über den Zusammenhang zwischen Verwandtschaftsstärke und Gewichtsverhältniß bei der Neutralisation als Gesetz auf: Je weniger a von b bedarf, um dadurch neutralisirt zu werden, um so größer ist ihre Affinität zu einander. — Die Abweichungen der Erfahrung von diesem Satz erklären sich nach Berthollet alle aus der ungleichen Cohäsion und Elasticität der verschiedenen Körper. So z. B. verbindet sich das Ammoniak in geringerer Menge mit Säuren zu neutralen Salzen, als das Kali oder Natron, und wird doch von diesen aus seinen Verbindungen ausgetrieben; aber es ist nicht die größere Affinität des Kali's oder Natrons zu den Säuren, die diese Zersetzung bewirkt, sondern die große Elasticität des Ammoniaks, denn an und für sich steht dem Ammoniak (weil von ihm eine kleinere Menge zur Neutralisation der Säuren hinreicht) eine größere Affinität zu den Säuren zu, als dem Kali oder Natron. Berthollet's Gesetz heißt also eigentlich: hätten alle Körper gleiche Cohäsion und gleiche Elasticität, so wäre die Verwandtschaftskraft desjenigen am größten, der sich in der geringsten Menge mit den andern verbindet.

Es sind dies die hauptsächlichsten Grundlagen der Berthollet'schen Verwandtschaftstheorie, die, in Frankreich zu jener Zeit mit vielem Beifall aufgenommen, auch in den anderen Ländern zahlreiche Anhänger fand, wie es nicht fehlen konnte, da in ihr consequente Durchführung weniger Annahmen zur Erklärung fast aller damals bekannten Affinitätserscheinungen führte. Doch erhoben sich auch bald die zahlreichen Anhänger der Bergman'schen Ansichten, und suchten zu zeigen, wie auch diese zur Erklärung

Digitized by Google

Berthollet's Lehre.

der Thatſachen ausreichen, wie hingegen directe Erfahrungen gegen die Richtigkeit der Berthollet'ſchen Theorie ſprechen. Aber erſt die Entdeckung der beſtimmten Proportionen in der Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen entſchied über die Richtigkeit dieſer Theorie, und ich verweiſe dahin, was die darüber geführten Streitigkeiten und die endliche Entſcheidung betrifft. Die Berthollet'ſchen Lehren wurden dadurch in vielen ihrer Hauptpunkte als unſtatthaft und unrichtig dargethan, aber deſſenungeachtet üben ſie noch ſtets einen großen Einfluß auf die jetzige Anſicht über die Verwandtſchaft aus, und die von ihm zuerſt eingeführte Berückſichtigung der äußeren phyſikaliſchen Verhältniſſe der Körper (Cohäſion und Elaſticität) bei Betrachtung der Verwandtſchaftserſcheinungen wird eine dauernde ſein.

Dynamiſche Anſichten.

Zu der Zeit, wo die Berthollet'ſche Affinitätslehre aufgeſtellt wurde, begannen in Deutſchland Anſichten ſich allgemeiner auszubreiten, welche allen bis dahin erwähnten widerſprachen. Es ſind dieſes die dynamiſchen Theorien, welche, meiſt nur ganz im Allgemeinen angedeutet, durch die Unbeſtimmtheit und Vieldeutſamkeit der gebrauchten Ausdrücke ſich recht wohl auch auf beſondere Thatſachen anwenden ließen, ohne indeß die Erklärung derſelben damit zu geben. Die Theorie, welche man unter dem Namen der dynamiſchen begreift, unterſchied ſich von der vorhergehenden Anſicht dadurch, daß ſie nicht wie dieſe die chemiſche Action als eine Folge von Wirkungen kleinſter Theilchen der verſchiedenen Körper auf einander anſah, ſondern (eine Theilbarkeit der Materie bis in's Unendliche annehmend, und die Exiſtenz von untheilbaren Partikeln und von Zwiſchenräumen zwiſchen ihnen verwerfend) die Verwandtſchaftserſcheinungen durch eine wechſelſeitige Durchdringung der verſchiedenen Materien zu erklären ſuchte.

Unter Durchdringung der Materie iſt zu verſtehen, daß in einer Verbindung nicht die kleinſten Theilchen der Beſtandtheile abgeſondert von einander exiſtiren, ſondern daß alle kleinſten Theile, alle materiellen Punkte einer Verbindung gleichmäßig zuſammengeſetzt ſind und noch die Beſtandtheile zuſammen in ſich enthalten. Die atomiſtiſche oder Corpuscular-Theorie, welche den Anſichten der im Vorſtehenden beſprochenen Chemiker zu Grunde liegt, iſt alſo der dynamiſchen dadurch entgegengeſetzt, daß nach der erſteren eine (ideell) fortgeſetzte Zertheilung einer Verbindung zuletzt auf eine Zerlegung der Verbindung in ihre Beſtandtheile führen muß, da nach ihr in der Verbindung die Beſtandtheile zwar ſehr fein zertheilt, aber doch

Digitized by Google

noch in ihrer Eigenthümlichkeit und von einander abgesondert enthalten sind; daß nach der zweiten hingegen eine noch so weit fortgesetzt gedachte Zertheilung einer Verbindung nur auf immer kleinere Partikeln der Verbindung, nie aber auf Zerlegung der Verbindung in ihre Bestandtheile führt. Dynamische Ansichten.

Den ersten Versuch einer solchen dynamischen Erklärungsweise machte Kant 1786 in seinem Werke »Metaphysische Gründe der Naturwissenschaft«, und seine Ansichten darüber finden sich noch in mehreren anderen Schriften von ihm niedergelegt. Kant legte der Materie zwei Grundkräfte bei, eine, vermöge welcher sich alle zerstreute Materie zu nähern bestreben soll, eine von außen nach innen wirkende (die anziehende Kraft, vis attractiva), und eine, vermöge welcher die Materie den Raum erfüllt, eine von innen nach außen wirkende (die ausdehnende Kraft, vis expansiva). Die erstere allein gedacht, würde alle Materie in einen Punkt zusammenpressen, die zweite allein gedacht, würde die Materie auf unendliche Räume hin ausdehnen; aus einem Zusammenwirken beider Kräfte sollten sich die Erscheinungen der Materie in begrenzten Räumen erklären lassen. Kant sprach, ohne jedoch auf eine Nachweisung im Einzelnen einzugehen, aus, daß die chemischen Veränderungen, welche mit den Körpern in Hinsicht auf die chemische Verbindung vorgehen, nicht auf der Gestalt und mechanischen Bewegung ihrer kleinsten Theilchen beruhe, sondern nur in der anziehenden und abstoßenden Kraft der Materie begründet sei. — Etwas näher ging auf die Anwendung der dynamischen Ansichten auf den chemischen Proceß Schelling ein. Er definirte 1797 in seinen »Ideen zu einer Philosophie der Natur« die chemische Action als eine qualitative Bewegung, welche den inneren Beschaffenheiten der Materie gemäß sei, und suchte, wie Kant hauptsächlich den Conflict der anziehenden und der ausdehnenden Kraft als Grundursache des Verhaltens der Körper angesehen hatte, überhaupt die chemischen Erscheinungen als Wirkungen des Conflicts sich entgegengesetzter Kräfte darzuthun.

Die chemischen Erscheinungen alle als Folge einer allgemeinen Dynamik anzusehen, fand bald Zustimmung. Unter den Chemikern vom Fach huldigten nur wenige bedeutendere dem dynamischen System; unter ihnen wollen wir hier als bekanntere Namen nennen Winterl in Pesth, von dessen Irrthümern bei der Betrachtung der Ansichten über die Elemente die Rede war, und den in vielfach anderer Beziehung so verdienstvollen Ritter in München, die besonders eifrig waren, mehr oder weniger falsche Beobachtungen als die nothwendigen Resultate einer philosophisch sein sollenden

Digitized by Google

Dynamische Ansichten.

Betrachtungsweise hinzustellen; besonnener in der Anwendung der Dynamik auf die Chemie war Oerstedt in Copenhagen und besonders Link, damals in Rostock; Gren in Halle, einer der ausgezeichneteren deutschen Chemiker zu Ende des 18. Jahrhunderts, hing gleichfalls der dynamischen Theorie an, beschränkte sich aber doch darauf, die Grundsätze derselben nur mit den allgemeinsten Theilen der Chemie in Verbindung bringen zu wollen, ohne eine Anwendung auf die einzelnen Erfahrungen zu versuchen. Hervorzuheben ist aber, daß im Allgemeinen unter Denen, die dem dynamischen Systeme beitraten und sich hauptsächlich durch lautes Geschrei bemerklich machten, viele waren, welche von der Wissenschaft, die sie auf dynamische Grundlehren zurückführen wollten, Nichts verstanden, sondern deren Thätigkeit sich darauf beschränkte, mit leeren Namen und allgemeinen, nichtssagenden und deßhalb kaum zu widerlegenden Behauptungen großen Mißbrauch zu treiben; nach Willkür wurde von ihnen jeder Körper als Polarstoff oder als im Indifferenzpunkte liegend angesehen, die verschiedenartigsten Kräfte wurden mit einander verglichen, um den Dualismus in die Chemie einzuführen, ohne daß diese Wissenschaft irgendwie dadurch einen Fortschritt gemacht hätte. Die dynamische Theorie, in ihrer Anwendung auf Chemie, gerieth indeß allmälig schon in den ersten sechs Jahren unseres Jahrhunderts unter den eigentlich strebenden Chemikern in weniger Ansehen, als sich immer mehr zeigte, wie Die, welche Thatsachen damit in Uebereinstimmung zu finden oder daraus herzuleiten vorgaben, mit den Anfangskenntnissen der Chemie nicht vertraut waren; als diejenigen Gelehrten selbst, welche ihr huldigten, aber zugleich Einsicht in die chemischen Erfahrungen hatten, z. B. Hildebrandt in Erlangen 1807, anerkannten, daß die auf atomistische Ansichten gegründeten Erklärungen in der Chemie mindestens das richtige Verständniß sehr fördernd seien, und selbst zugestanden, daß es kaum möglich sei, die Verschiedenheit der Materie zu erklären, ohne atomistische Ansichten zu Hülfe zu nehmen. Das dynamische System wurde ganz von den Chemikern aufgegeben, als Dalton's Atomtheorie eine Vorstellung über den Vorgang bei der chemischen Action gab, die mit allen Thatsachen im schönsten Einklange stand, und welcher sich alle späteren Entdeckungen unterordnen ließen. Die dynamische Theorie hat schon von 1812 an für die Chemie nur noch historisches Interesse; sie hat für die Chemie den durch nutzlose Vergeudung mitunter ausgezeichneter Geisteskräfte theuer erkauften Beweis geliefert, daß es bei dem größten Scharfsinne, bei dem

Digitized by Google

Beſitz von noch ſo tiefen anderweitigen Kenntniſſen nicht möglich iſt, in der Chemie ohne gründliche Kenntniß der Thatſachen eine allgemeinere Betrachtung mit nur einigem Erfolge durchzuführen.

Die Entdeckung der beſtimmten Verbindungsverhältniſſe und der multiplen Proportionen (vergl. die Geſchichte der Stöchiometrie) führte um ſo mehr wieder zu der Annahme der Corpusculartheorie, nach welcher alle Verbindungen durch Juxtapoſition der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile entſtehen, als die Erklärung der genannten Thatſachen ſich aus dieſer faſt allein und ſehr genügend ergab. Die Wichtigkeit der Entdeckung dieſer Geſetze ließ von etwa 1808 an die Unterſuchungen faſt aller Chemiker darauf gerichtet ſein, ſie nachzuweiſen, zu erweitern, und die Specialitäten genauer feſtzuſtellen. Von dieſem Zeitpunkte an hat man ſich weniger mit der Erforſchung der Urſache der Affinität beſchäftigt, als mit der Beſtimmung ihrer Wirkungen, namentlich mit der Aufſuchung der Geſetze, nach welchen ſich die Gewichtsmengen der Beſtandtheile mit einander vereinigen. Nur einige Verſuche wurden gemacht, die Verwandtſchaft ihrer Urſache nach oder doch im Zuſammenhange mit anderen bekannten Kräften zu erkennen, und dieſe Verſuche führten zu den elektrochemiſchen Theorien, die auf der Anſicht beruhen, daß die Verwandtſchaftserſcheinungen durch die elektriſchen Eigenthümlichkeiten der verſchiedenen Körper bedingt ſind. Um die Entwicklung dieſer Theorien nachzuweiſen, müſſen wir weiter zurückgehen; dieſe Entwicklung ſteht im engſten Zuſammenhange mit der Erweiterung der Kenntniß über die chemiſche Kraft der Elektricität, mit der Geſchichte des Elektrochemismus, welche wir deßhalb hier abgeſondert und vollſtändiger abhandeln wollen.

Digitized by Google

Elektrochemismus und elektrochemische Verwandtschaftstheorien.

Erkenntniß der Reibungselektricität.

Von den elektrischen Erscheinungen, deren Erforschung zuletzt einen Zusammenhang derselben mit den Verwandtschaftserscheinungen erkennen ließ, wurden die auf der Reibungselektricität beruhenden zuerst erkannt. Schon den alten Griechen, namentlich dem Thales von Milet, der um das Jahr 600 vor dem Anfange unserer Zeitrechnung lebte, war die Anziehungskraft bekannt, welche der geriebene Bernstein (ἤλεκτρον, woher die Bezeichnung Elektricität) auf leichte Körper äußert. Die Kenntniß dieser Kraft blieb lange Zeit auf dieses einzige Phänomen beschränkt, bis um 1600 die Lehre von der Elektricität dadurch erweitert wurde, daß der Engländer William Gilbert das Glas, den Schwefel, das Harz ebenfalls als Körper erkannte, die durch Reiben elektrisch werden. Otto von Guerike entdeckte um die Mitte des 17. Jahrhunderts das elektrische Licht; bestimmt auf die elektrischen Funken machte indeß zuerst der Engländer Wall 1708 aufmerksam. Ueber die weitere Ausbildung der Reibungselektricität weitläufig zu berichten, ist hier nicht der Ort; ich bemerke nur noch, daß der Unterschied der verschiedenen Körper, was Leitungsfähigkeit der Elektricität angeht, zuerst 1729 durch den Engländer Stephan Gray erkannt wurde, worauf Desagulier 1740 die Eintheilung der Körper überhaupt in an sich elektrische einerseits und in Leiter der Elektricität andererseits einführte. Der Franzose Du Fay unterschied zuerst 1735 die Glaselektricität von der Harzelektricität, und Franklin bezeichnete sie 1747 als sich entgegengesetzt unter den Namen positive und negative Elektricität; die verstärkte Elektricität wurde 1745 durch von Kleist in Pommern und Cunäus und Musschenbroek in Leyden entdeckt; die Elektrisirmaschine wurde in ihrer rohesten Gestalt durch Otto von Guerike bereits ange-

Digitized by Google

wandt; die Geschichte der Verbesserungen, welche an ihr vorgenommen wurden, bis sie den jetzigen Grad von Brauchbarkeit hatte, kann ich hier nicht geben.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der Reibungselektricität.

Was uns hier vorzugsweise interessirt, ist die Anwendung, die man von der Elektricität in chemischer Beziehung gemacht hat. Wir haben hier die Fälle anzugeben, wo zuerst die Elektricität als Mittel der Verbindung von Bestandtheilen oder Zerlegung von Verbindungen angewandt wurde. Priestley hatte bereits 1772 die Raumvergrößerung beobachtet, welche das wiederholte Hindurchschlagen des elektrischen Funkens durch Ammoniakgas hervorbringt, und Bertholle t 1785 diese Raumvermehrung als auf einer Zerlegung des Ammoniakgases in seine Bestandtheile beruhend erkannt. Cavendish zeigte 1784, daß die Elektricität auch Bestandtheile zu Verbindungen vereinigen kann, indem er die Bildung von Salpetersäure aus Stickgas und Sauerstoffgas durch den Einfluß des elektrischen Funkens nachwies. Die holländischen Chemiker Deimann und Paets van Troostwyk hatten sogar schon 1789 mittelst der Reibungselektricität das Wasser zerlegt. Hier war also bereits die Ausübung eines chemischen Effects durch die Elektricität beobachtet, aber auch umgekehrt lagen schon Beobachtungen vor, wo man Elektricitätserscheinungen in Folge chemischer Action bemerkt hatte. Bereits 1781 hatten Lavoisier und Laplace mit Hülfe des Volta'schen Condensators Elektricität in Menge erhalten, als sie Eisen in Schwefelsäure oder Salpetersäure, und Kreide in Schwefelsäure auflösten. Doch dachte man damals noch nicht daran, die Elektricitätserscheinungen mit den chemischen in Verbindung zu setzen, und alle diese Beobachtungen gewannen erst ein allgemeineres Interesse, als nach der Entdeckung der galvanischen Säule und durch die Untersuchungen über den Galvanismus ein Zusammenhang zwischen elektrischer und chemischer Action klarer hervortrat.

Erkenntniß der galvanischen Elektricität.

Den ersten Anlaß zu allen den Untersuchungen, die hiermit in Verbindung stehen, gab die Entdeckung Galvani's [1]), welcher 1790

[1]) Aloys Galvani war 1737 zu Bologna geboren, und widmete sich der Medicin, namentlich der vergleichenden Anatomie und der Physiologie. 1762 wurde er Professor der Anatomie in Bologna. Diese Stelle verlor er 1797, als er der damals neu gegründeten cisalpinischen Republik den Eid der Treue zu leisten sich weigerte. In Dürftigkeit starb er 1798.

Digitized by Google

Erkenntniß der galvaniſchen Elektricität.

bemerkte, daß die Muskeln eines Froſches in beſonders ſtarke Zuckungen geriethen, wenn er einen entblößten Muskel und einen entblößten Nerven dieſes Thieres mit zwei verſchiedenen Metallen berührte, die ein leitender Bogen verband. Dieſe Erſcheinungen, welche Galvani als Wirkungen einer eigenthümlichen thieriſchen Elektricität anzuſehen geneigt war, wurden zuerſt richtiger erklärt durch Volta, der für die Erkenntniß der galvaniſchen Elektricität von 1792 an durch die ſcharfſinnigſten Unterſuchungen und wichtigſten Entdeckungen unvergleichlich viel gethan hat. Volta ſtellte zuerſt den Satz auf, daß durch die Berührung verſchiedenartiger Metalle Elektricität erzeugt wird, und behauptete, daß das Zucken der Muskeln nicht auf einer eigenthümlichen thieriſchen Elektricität, ſondern nur auf dem Durchgange der durch Metallcontact erzeugten Elektricität beruht. Vorzüglich wichtig für das Studium des Galvanismus war Volta's Entdeckung der galvaniſchen Säule, die er 1800 machte, wodurch zuerſt die Phyſiker in den Stand geſetzt wurden, die galvaniſche Elektricität verſtärkt zu erhalten und ſie mit der Reibungselektricität zu vergleichen. Gleich nach der Entdeckung der galvaniſchen Säule wurden auch ihre chemiſchen Wirkungen bekannt, und von dieſer Zeit an, mit dem Anfange unſeres Jahrhunderts, beginnt eine genauere Einſicht in den Zuſammenhang zwiſchen der elektriſchen und der chemiſchen Kraft.

Erkenntniß der chemiſchen Wirkung der galvaniſchen Elektricität.

Noch im Jahre 1800 machten die Engländer Nicholſon [1]) und Carlisle bei einer gemeinſchaftlichen Unterſuchung über die Wirkungen der galvaniſchen Säule die Beobachtung, daß bei der Entladung der Säule durch Waſſer eine Gasentwicklung aus dem letzteren ſtatthat, daß das Waſſer durch die Elektricität in ſeine Beſtandtheile zerlegt wird, welche beide gasförmig ſich entwickeln, wofern die Leitungsdrähte, mit denen das Waſſer in Berührung iſt, aus nicht oxydirbarem Metall beſtehen. (Vergl. die Geſchichte des Waſſers.) Es war hiermit zuerſt die galvaniſche Elektricität als chemiſches Agens erkannt.

Verwandte Erſcheinungen wurden nun ſchnell hintereinander aufgefunden. Schon Nicholſon und Carlisle nahmen 1800 wahr, daß

[1]) William Nicholſon war 1753 zu London geboren. Mit vielem Unternehmungsgeiſt begabt, hatte er ſchon in ſeinem zwanzigſten Jahre zweimal Oſtindien beſucht; von 1775 bis 1777 hielt er ſich auf dem Continent in Handelsgeſchäften auf. In dem letzteren Jahre errichtete er eine Erziehungsanſtalt in London, die ausgezeichneten Ruf erhielt; zugleich beſchäftigte er ſich

Digitized by Google

Lackmustinctur, der Wirkung des galvanischen Stroms ausgesetzt, an dem Zuleitungsdrahte des positiven Pols sich roth färbe, wie von einer Säure, und Cruikshank dehnte diese Beobachtung noch auf andere Pflanzenfarben aus, und bewies die ganz entgegengesetzte Wirkung des negativen Zuleitungsdrahtes, nahm auch bereits die Zersetzung einiger anderer Verbindungen in ihre Bestandtheile wahr. Aber vollständiger wurde erst der zersetzende Einfluß der galvanischen Elektricität auf chemische Verbindungen durch Berzelius und Hisinger erkannt, welche bereits 1803 eine Untersuchung über die Wirkung der voltaischen Säule auf Salze und auf einige Basen publicirten. Sie setzten elf verschiedenartige Salze der Wirkung der galvanischen Elektricität aus, und gelangten zu den höchst wichtigen Resultaten, daß, wenn sich die elektrische Säule durch eine Flüssigkeit entladet, sich die Bestandtheile dieser Flüssigkeit auf eine solche Weise trennen, daß sich die einen um den positiven, die anderen um den negativen Pol ansammeln, und daß sich an dem negativen Pol immer die brennbaren Bestandtheile, Alkalien und Erden, an dem positiven hingegen Sauerstoff, Säuren und oxydirte Körper ausscheiden. Sie erkannten also zuerst den elektrischen Unterschied zwischen Säuren und Basen. Ueber die Ursache dieser Erscheinungen sprachen sie keine bestimmte Ansicht aus, doch äußerten sie, daß es ihnen am natürlichsten scheine, die beobachteten Vorgänge durch Attraction der Elektricität auf die einen und Repulsion derselben auf die anderen Stoffe zu erklären. — Auch die Zersetzung anderer Körper, als die von Salzen, gelang ihnen; so beobachteten sie, daß, wenn Ammoniak durch die galvanische Elektricität zerlegt wird, sich das Stickgas an dem positiven, das Wasserstoffgas an dem negativen Poldrahte ausscheidet.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der galvanischen Elektricität.

Berzelius' u. Hisinger's elektrochemische Arbeiten.

Obgleich namentlich durch diese Untersuchung von Berzelius und Hisinger auf eine Abhängigkeit des elektrischen Verhaltens von der chemi-

---

erfolgreich mit Mathematik und Chemie, betheiligte sich aber auch an großartigen Unternehmungen, deren theilweises Mißlingen ihn zuletzt in das Schuldgefängniß brachte. Nach mehrjähriger Haft starb er 1815. Als Schriftsteller hat er sich in unserer Wissenschaft bekannt gemacht durch seine Introduction to natural and experimental philosophy (2 Bde. 1781; deutsche Uebersetzung 1787); Dictionary of Chemistry (2 Bde. 1795); First principles of chemistry (1789, deutsche Uebersetzung 1791). Sein Journal of natural philosophy, chemistry and the arts begann er 1794.

Digitized by Google

Davy's elektrochemische Arbeiten.

schen Eigenschaft hingedeutet war, so dauerte es doch noch einige Jahre, bis darüber eine zusammenhängende Theorie bestimmter ausgesprochen wurde. Es geschah dies zuerst durch Humphry Davy, dessen elektromische Arbeiten von 1806 an die Aufmerksamkeit aller Chemiker auf sich zogen.

Der nächste Anlaß zu Davy's elektrochemischen Untersuchungen war die Prüfung der damals mit großer Zuversicht publicirten Angaben über die Entstehung neuer Körper aus Flüssigkeiten, die nichts davon enthalten, unter dem Einfluß der galvanischen Elektricität. Daß man namentlich aus reinem Wasser durch den Galvanismus Säuren und Alkalien hervorbringen könne, wurde von vielen Seiten im Anfang des 18. Jahrhunderts behauptet. Da die Arbeiten, welche mit diesen Behauptungen in Verbindung stehen, zu der damaligen Zeit als die wichtigsten elektrochemischen galten, so glaube ich dieselben hier besprechen zu müssen.

Bei den ersten Versuchen über Wasserzersetzung wurde bereits die Bildung einer Säure an dem positiven, die Bildung eines Alkali's an dem negativen Zuleitungsdrahte bemerkt, und die oben angegebenen Beobachtungen über die Veränderung der Pflanzenfarben vermittelst galvanischer Elektricität durch diese Bildung neuer Körper erklärt. Auch in Wasser, welchem keine Pflanzentinctur zugesetzt war, wurde die Bildung von Säure und Alkali beobachtet, und Cruikshank bestimmte bereits 1800 die Säure als Salpetersäure, des Alkali als Ammoniak, was von mehreren Naturforschern bestätigt wurde. Andere aber erhielten entgegengesetzte Resultate. Simon stellte viele Versuche in dieser Beziehung an, und behauptete, vollkommen reines Wasser bilde bei Anwendung von Gold- und Platindrähten zum Durchleiten des Galvanismus weder eine Säure noch ein Alkali; nur bei Gegenwart einer, übrigens noch so unbeträchtlichen, Menge von vegetabilischer oder thierischer Substanz gehe diese Säure- und Alkalibildung vor sich, und zwar bilde sich Salzsäure und Ammoniak; nur bei Anwendung von Silberdrähten bilde sich, auch in vollkommen reinem Wasser, Salpetersäure. Noch andere Gelehrte erhielten neben dem Ammoniak nie Salpetersäure; sondern stets Salzsäure. Viel Aufsehen erregte namentlich 1805 die angebliche Entdeckung eines Italieners Francesco Pacchiani, daß durch die Einwirkung der galvanischen Elektricität auf vollkommen reines Wasser Salzsäure und ein fixes Alkali, Natron, gebildet werde, vorzüglich durch die Erklärung, die der Entdecker darüber gab, indem

Digitized by Google

Davy's elektrochemische Arbeiten.

er annahm, Salzsäure, Chlor und Wasser seien verschiedene Oxydationsstufen des Wasserstoffes, der durch eine Ueberoxydirung sich sogar in Natron verwandeln könne. Die Richtigkeit der Thatsache wurde durch mehrere damals sehr geachtete Autoritäten, von denen ich hier nur Brugnatelli[1]) in Pavia und die Mitglieder der galvanischen Societät in Paris nennen will, als richtig bestätigt; durch andere aber, namentlich durch Ritter, wurde sie sogleich als unrichtig bekämpft, und als Erklärung der Täuschung angegeben, daß doch bei allen Versuchen, wo man mit reinem Wasser zu operiren glaubte, animalische oder vegetabilische Materie mit zugegen gewesen wäre, von welcher die Salzsäure und das Natron abstammen sollte.

Durch alle diese widersprechenden Angaben war eine große Unsicherheit hinsichtlich der Zersetzung durch Galvanismus hervorgerufen worden, welche aufzuklären um so wichtiger war, als viele damalige Gelehrte glaubten, durch die galvanische Elektricität könne über die Bildung und über die Natur von Stoffen mehr Auskunft erhalten werden, als mit den sonst gewöhnlichen Hülfsmitteln möglich sei; wie denn Viele die Entstehung von Säure und Alkali aus Wasser durch Galvanismus als eine Erzeugung dieser Körper aus ihren Elementarbestandtheilen ansahen. Vollkommenen Aufschluß über alle hierbei vorkommenden Erscheinungen gab zuerst H. Davy, der im Verlauf seiner Untersuchungen die unhaltbaren Schwindeleien vieler seiner Vorgänger über die Zusammensetzung gewisser Körper widerlegte, aber in derselben Beziehung ungleich wichtigere Entdeckungen constatirte. Davy löste 1806 alle Widersprüche, welche die im Vorstehenden erwähnten Angaben verursacht hatten, durch die einfache Darlegung, daß bei Zersetzung von reinem Wasser durch Galvanismus Salzsäure und Natron nur dann auftreten kann, wenn diese Stoffe in den Gefäßen, in denen man das Wasser der Zerlegung unterwirft, schon enthalten sind.

---

[1]) Luigi Brugnatelli, geboren 1750, starb 1818 als Professor der Chemie an der Universität zu Pavia. Er hat sich um die Verbreitung der Chemie in seinem Vaterlande rühmlich verdient gemacht durch seine Elementi di chimica (1795) und besonders durch seine Zeitschriften Annali di chimica (1790—1793), Annali di chimica e storia naturale (von 1794 an), Bibliotheca fisica di Europa (1788 — 1791), Giornale fisico-medico (von 1794 an). Gemeinschaftlich mit Configliachi gab er (von 1808 an), das (nach seinem Tode bis 1826 fortgesetzte) Giornale di fisica, chimica e storia naturale heraus.

Digitized by Google

Davy's elektrochemische Arbeiten.

Dieser Einfluß der Gefäße war allen früheren Naturforschern entgangen; Davy zeigte, daß aus Körpern, die für sich von Wasser gar nicht angegriffen werden, doch Bestandtheile abgeschieden werden können, wenn die Wirkung starker galvanischer Apparate hinzukommt. Je nach dem Material des Gefäßes, welches mit Wasser gefüllt war, in das die Pole der Säule eintauchten, schied er aus Glas das Alkali ab, aus Marmor, Serpentin, und Zeolithen schied er Natron, aus Lepidolith und Lava schied er Kali ab, aus Achat und Basalt erhielt er Salzsäure und Natron. Bot das Gefäß, worin die Zerlegung des Wassers vorgenommen wurde, keine zersetzbare Substanz (bestand es z. B. aus Gold oder Platin), so war die Menge von erzeugter Säure und Alkali äußerst gering; wie schon früher beobachtet worden war, bildete sich in diesem Fall Salpetersäure und Ammoniak, aber nicht, wie Einige früher angenommen hatten, unmittelbar aus den Bestandtheilen des Wassers, sondern auf Kosten des Stickstoffs der in dem Wasser absorbirt gewesenen atmosphärischen Luft.

Die vielfachen Versuche, welche Davy bei dieser Gelegenheit über die Zersetzung von Salzen anstellte (wobei er namentlich noch die interessante Thatsache des Ueberführens der einzelnen Körper durch die Elektricität entdeckte, wenn er die zu zersetzenden Flüssigkeiten in verschiedene, durch befeuchtete Asbeststreifen mit einander communicirende Gefäße brachte, in deren eins der positive, in das andere der negative Polardraht tauchte) leiteten ihn zu der Annahme, daß alle Substanzen, welche chemische Affinität zu einander haben, in verschieden elektrischem Zustande sind, und daß die Stärke der Affinität zwischen zwei Körpern proportionirt ist der Intensität der elektrischen Spannung zwischen beiden. — Was Ritter[1]) schon 1798 gemuthmaßt hatte: »da im totalen dynamischen Proceß, dem sogenannten chemischen, auch der partielle, der elektrische, enthalten ist, wie im Ganzen der Theil, so darf die Ankündigung nicht befremden, daß das System der Elektricität zugleich das System der Chemie und umgekehrt

Davy's elektrochemische Theorie.

[1]) Johann Wilhelm Ritter starb 1810 als Akademiker und Professor zu München. Seine naturhistorischen Forschungen gingen hauptsächlich auf den Galvanismus; zahlreiche Beobachtungen legte er nieder in seinen Schriften: »Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß in dem Thierreiche begleite« (1798); »Beiträge zur näheren Kenntniß des Galvanismus« (1800); »das elektrische System der Körper« (1805); »Physikalisch-chemische Abhandlungen« (1806) u. a.

Digitized by Google

werden wird«, begann nun von H. Davy auf experimentelle Grundlage hin ausführlicher entwickelt zu werden. Bereits 1806 sprach dieser bestimmt aus, daß chemische Verbindungen und Zersetzungen abgeleitet werden müssen von elektrischen Attractionen und Repulsionen, und daß die chemischen und die elektrischen Erscheinungen von derselben Ursache hervorgebracht werden. Volta's Beobachtungen, daß durch den Contact zweier verschiedener Metalle eine elektrische Spannung erzeugt wird, erweiterte Davy durch die Wahrnehmung, daß allgemein diese Spannung um so stärker sich zeigt, je größer die gegenseitige Verwandtschaft der sich berührenden Körper ist, daß diese elektrische Spannung bei allen denjenigen Körpern hervorgebracht und bemerklich gemacht werden kann, welche gegenseitige Verwandtschaft zu einander besitzen. Noch zeigte er aus seinen Versuchen, daß mit der Temperatur, welche die Stärke der Verwandtschaft der Körper zu einander steigert, auch die Intensität der elektrischen Spannung bei den in Berührung stehenden Körpern erhöht wird. Die allgemeine Schlußfolgerung, welche Davy aus allen seinen Beobachtungen zog, und die er zwar wie oben erwähnt schon früher andeutete, aber namentlich in seinen 1812 erschienenen Elements of chemical Philosophy aussprach, war die, daß chemische Veränderungen und elektrische Veränderungen, wenn auch als verschiedene Erscheinungen, doch als Wirkungen einer und derselben Kraft anzusehen seien; daß elektrische Erscheinungen eintreten, wenn die Körper in größeren Massen auf einander wirken, während die chemischen auf einer Wirkung der kleinsten Theilchen der Körper auf einander beruhen; daß dieselbe Kraft, welche die Körper in die entgegengesetzten Verhältnisse von positiv- und negativ-elektrischem Zustand versetzt und ihnen also Anziehungsvermögen zu einander mittheilt, auch den kleinsten Theilchen der Körper Anziehungsvermögen zu einander ertheilt und sie in den Stand setzt, sich zu chemischen Verbindungen zu vereinigen, wenn sie Freiheit der Bewegung haben. Sowohl die Resultate seiner eben erwähnten Versuche, als auch die bekannte Erscheinung, daß mit der Bildung einer chemischen Verbindung häufig Entwicklung von Licht und Wärme verbunden ist, schienen ihm für diese Folgerung zu sprechen, daß die Verwandtschaft eine Folge elektrischer Spannung sei. Es werden hiernach die Bestandtheile einer Verbindung durch die elektrische Spannung, welche sie durch wechselseitige Berührung einnehmen, vereinigt; bei der Vereinigung tritt eine Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten ein; die elektrochemische

Davy's elektrochemische Theorie.

Digitized by Google

Davy's elektrochemiſche Theorie.

Zerlegung ließe ſich betrachten als eine Zurückverſetzung der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile in den Zuſtand, den ſie vor ihrer Vereinigung hatten, durch Zuführung der Elektricität, die damals in ihnen frei war. Der Beſtandtheil, der auf dieſe Art bei der elektrochemiſchen Zerlegung negative Elektricität ſich aneignet, indem er aus der Verbindung mit einem andern Körper austritt, wird von dem poſitiven Polardraht angezogen und ſcheidet ſich an ihm ab. Aber hieraus ergiebt ſich auch, daß jener Beſtandtheil negativ elektriſch iſt, wenn er mit dem andern Körper eine Verbindung eingeht. Das elektriſche Verhalten der Körper zu einander läßt ſich alſo daran erkennen, an welchem Polende eines galvaniſchen Apparats ſie aus einer Verbindung ausgeſchieden werden; Sauerſtoff, Chlor, Säuren z. B. verhalten ſich negativ elektriſch gegen Waſſerſtoff, Metalle und Oxyde, die man als poſitiv elektriſch gegen die erſteren erkennt, weil Sauerſtoff u. ſ. w. ſich aus ihren Verbindungen an dem poſitiven Polardraht ausſcheiden, während Waſſerſtoff u. ſ. w. an dem negativen auftreten. Davy nahm übrigens an, die elektrochemiſche Zerſetzung finde nur an den Berührungsſtellen der Polardrähte mit der zu zerſetzenden Flüſſigkeit Statt; in dieſer Beziehung ſtimmte er mit allen ſeinen Zeitgenoſſen überein, namentlich mit Grotthuß, der 1805 die erſte annehmbare Erklärung dafür gab, weßhalb die getrennten Beſtandtheile nur an den Polardrähten, nicht in dem Raume zwiſchen ihnen, ſich ausſcheiden, indem er annahm, der an dem einen Polardraht nicht ſich abſcheidende Beſtandtheil verbinde ſich mit dem zunächſt gelegenen andern des benachbarten Atoms der Verbindung, und ſo pflanze ſich die Zerſetzung bis zu dem andern Polardraht fort, wobei indeß die in dem Raume zwiſchen den Polardrähten ſtattfindenden Zerſetzungen und Bildungen der Verbindung nicht wahrnehmbar ſein können (vergl. I. Theil Seite 407).

Davy's Theorie fand um ſo mehr Eingang unter den Chemikern, um je wichtiger die neuen Thatſachen waren, welche er im Verfolg ſeiner Unterſuchungen auffand; dieſe experimentellen Entdeckungen über die Zerſetzung von Verbindungen durch Galvanismus ſchienen eine Beſtätigung der theoretiſchen Anſichten des Entdeckers zu ſein. Die Einzelnheiten der Reſultate, welche Davy hinſichtlich der Zerlegung chemiſcher Verbindungen von 1807 an erlangte, habe ich zum Theil ſchon im I. Thle. S. 378 berührt, und werde auf die wichtigſten noch in dem folgenden Theile zurückkommen.

Digitized by Google

Davy's elektrochemische Theorie.

Nach Davy's Theorie sollte die Elektricität, welche durch den Contact heterogener Körper hervorgebracht wird, zugleich der Ausdruck für die chemische Verwandtschaft dieser Körper unter sich sein; er sah in der Berührung heterogener Körper jedenfalls die erste Bedingung zur Erzeugung einer elektrischen Spannung, wenn er auch zugestand, daß chemische Veränderungen der heterogenen Körper zur Erhaltung eines elektrischen Stromes nothwendig seien. Insofern seine Theorie auf diese Ansicht sich gründete, mußte sie von ihrer allgemeinen Autorität verlieren, sobald nicht mehr allgemein der Contact als Ursache der Elektricitätserzeugung angenommen wurde. Daß aber dies der Fall sei, wurde, früherer wiedersprechender Behauptungen nicht zu gedenken, vorzüglich seit 1821 etwa bestritten, und Wollaston war es hauptsächlich, der zu beweisen suchte, daß bloßer Contact nie Elektricitätserscheinungen hervorbringen könne, sondern daß die Erregung einer elektrischen Spannung bei den galvanischen Vorgängen nur auf der chemischen Einwirkung der verschiedenen Körper auf einander beruhe, daß hierbei die Elektricitätsäußerung Folge des chemischen Processes sei. Es gehört ausschließlich in die Geschichte der Physik, den Streit zwischen den Anhängern der Contact- und denen der chemischen Theorie des Galvanismus zu verfolgen, und es würde die hier einzuhaltenden Grenzen weit überschreiten, auf eine historische Entwicklung dieser noch unentschiedenen Streitfrage einzugehen. Für uns ist hier nur zu bemerken, daß die Zulässigkeit der Davy'schen Theorie um so mehr in Zweifel gezogen wurde, je mehr die Chemiker sich von der Contacttheorie lossagten, und wir haben nun die anderen Theorien zu betrachten, welche später aufgestellt wurden, um die Affinitätserscheinungen als Folgen des elektrischen Zustandes der Körper zu erklären, ohne jedoch als alleinige Quelle der elektrischen Spannung den Contact verschiedenartiger Körper vorauszusetzen. In Bezug für die Chemie ist nur diejenige Ansicht von Wichtigkeit geworden, nach welcher jedes einzelne Atom eines jeden Stoffes zwei Pole besitzt, die mit entgegengesetzter Elektricität begabt sind. Es dürfte indeß um so unnöthiger sein, diese Theorie in der Ausbildung, wie sie Berzelius aufgestellt hat, hier weitläufig zu besprechen, als sie die noch immer fast von allen Chemikern angenommene ist, und somit der Geschichte der Chemie noch nicht anheimgefallen erscheint. Nur in Beziehung auf die Zeit ihrer Entstehung und einiges sonstige damit im Zusammenhang Befindliche mögen hier wenige Andeutungen Platz finden.

Digitized by Google

Schweigger's elektrochemiſche Theorie.

Den erſten Verſuch einer Theorie, wonach den kleinſten Theilchen der Körper Pole mit entgegengeſetzter Elektricität zugeſchrieben werden, und dieſe Polarität als die Urſache der chemiſchen Erſcheinungen angeſehen wird, machte Schweigger[1]). Bereits von 1812 an, alſo ſchon zu einer Zeit, wo die Davy'ſche Theorie noch faſt allgemein als richtig anerkannt war, ſtellte er eine kryſtallelektriſche Theorie, wie er ſie nannte, auf, welche nicht allein die Affinitätserſcheinungen, ſondern auch die phyſikaliſchen Verhältniſſe der Körper, namentlich den Aggregationszuſtand, erklären ſollte. Er dachte ſich alle Körper als aus kryſtalliniſchen kleinſten Theilchen (Differentialen, die er jedoch von den eigentlichen Atomen unterſchied) beſtehend, deren Kryſtallgeſtalt die der Körper ſelbſt iſt; ein ſolches kryſtalliniſches kleinſtes Theilchen ſoll ſo viele Pole haben, als ſeiner Geſtalt Ecken zukommen. Die ſich diametral entgegengeſetzten Pole enthalten entgegengeſetzte Elektricitäten, ſo lange der Körper feſt oder tropfbar flüſſig bleibt; iſt der Körper feſt, ſo ſtehen die freien Elektricitäten in den entgegengeſetzten Polen nicht im Gleichgewicht mit einander, ſondern in den Säuren z. B. enthalten die negativen Pole mehr freie Elektricität als die poſitiven, während in den Oxyden das Umgekehrte ſtattfindet. Mit dem Flüſſigwerden eines Körpers ſoll dieſe Verſchiedenheit in der Stärke der entgegengeſetzten Elektricitäten aufhören, alſo dann die freie Elektricität der negativen Pole mit der freien Elektricität der poſitiven Pole gleich ſtark ſein; aus dieſem Gleichgewicht der Elektricitäten in Flüſſigkeiten ſoll die leichte Verſchiebbarkeit der kleinſten Theilchen als Folge hervorgehen. Der Uebergang in den elaſtiſch flüſſigen

[1]) Johann Salomo Chriſtoph Schweigger iſt zu Erlangen 1779 geboren. Er ſtudirte in ſeiner Vaterſtadt die Naturwiſſenſchaften, und habilitirte ſich daſelbſt 1800 als Privatdocent. 1803 wurde er zum Profeſſor der Mathematik und Phyſik an dem Gymnaſium zu Baireuth ernannt, 1811 übernahm er dieſelbe Lehrſtelle an der Gewerbsſchule zu Nürnberg. Nach einer 1816 durch Frankreich und England unternommenen Reiſe lebte er ein Jahr in München als Mitglied der dortigen Akademie; dann übernahm er die Profeſſur der Phyſik und Chemie in Erlangen. 1819 folgte er einer Berufung für dieſelben Lehrfächer nach Halle. 1811 hatte er die Redaction des von Gehlen bisher geleiteten Journals für Phyſik und Chemie übernommen, welches er bis 1833 herausgab. — In der Geſchichte der Phyſik iſt ſein Name durch die Erfindung des Multiplicators zur Meſſung galvaniſcher Ströme (1820) ausgezeichnet; in der letzten Zeit beſchäftigten ihn vorzugsweiſe Unterſuchungen über die naturhiſtoriſchen Kenntniſſe und ihre myſteriöſe Bezeichnung bei den Völkern des Alterthums.

Digitized by Google

Zuſtand ſoll endlich darauf beruhen, daß alle Pole eines Körpers dieſelbe Elektricität annehmen, indem die Expanſionskraft der Gasarten als elektriſche Abſtoßung angeſehen wird. — Die chemiſche Verbindung beruht nach Schweigger auf der Anziehung entgegengeſetzt elektriſcher Pole der kleinſten Theilchen verſchiedener Körper; die Reſultate, die hieraus abgeleitet werden, ſtehen im Einklang mit der Lehre von den beſtimmten Verbindungsverhältniſſen, inſofern Schweigger doch ſeinen hypothetiſchen kryſtalliniſchen kleinſten Theilchen im Weſentlichen, namentlich in Beziehung auf Gewichtsverhältniſſe, die Eigenſchaften beilegte, die den Atomen im chemiſchen Sinne zukommen. So z. B. erklärte Schweigger, indem er die Zahl der Pole an einem kleinſten Theilchen beſchränkt annahm, und aus der Definition der Bildung einer chemiſchen Verbindung als einer Aneinanderlagerung entgegengeſetzt elektriſcher Pole der Beſtandtheile, daß chemiſche Verbindungen nicht nach allen möglichen, ſondern nur nach wenigen Verhältniſſen ſtatthaben können. Schweigger's elektrochemiſche Theorie.

Schweigger's Theorie erfreuete ſich nie allgemeineren Beifalls. In ihr finden ſich indeß zwei Punkte, welche hervorgehoben zu werden verdienen, weil ſie ſich in der elektrochemiſchen Theorie, die ſpäter die herrſchende wurde und noch die verbreiteteſte iſt, wieder finden. Ich meine die Annahme von Polen in Einem kleinſten Theilchen eines Körpers und die Annahme von verſchieden großer Menge oder Intenſität freier Elektricität in jedem dieſer Pole, welche beide auch Berzelius ſeiner ſcharfſinnigen elektrochemiſchen Theorie zu Grunde legte.

Berzelius ſtellte ſeine elektrochemiſche Theorie 1819 vollſtändig auf; von 1813 an jedoch erwähnte er bereits dahin Bezügliches. Dieſe Theorie war allen chemiſchen Erfahrungen ſo gut angepaßt, daß noch keine neuere Beobachtung ſie widerlegt hat. Berzelius nahm eine elektriſche Polarität der Atome aller Körper an, wobei die Menge der Elektricität in dem einen Pol der in dem andern nicht gleich zu ſein braucht, ſondern ſie überwiegen kann. So hat in dem Sauerſtoff die negative, in dem Kalium die poſitive Elektricität das Uebergewicht. Von dem größeren oder geringeren Vorwalten der Elektricität des einen Pols gegen die des andern hängt die Stelle ab, welche ein Körper in der elektriſchen Reihe einnimmt. Berzelius berückſichtigte aber noch außerdem, daß die abſolute Menge der in einem Pole vorhandenen Elektricität bei verſchiedenen Körpern ver- Berzelius' elektrochemiſche Theorie.

Digitized by Google

Berzelius' elektrochemiſche Theorie.

ſchieden ſein könne, und dieſe Verſchiedenheit in der abſoluten Menge der in einem Pole enthaltenen Elektricität bei verſchiedenen Körpern bezeichnete er als Intenſität der Polariſation. Berzelius ſprach aus, daß die Affinität nur in der Intenſität der elektriſchen Polariſation beſteht, und daß die letztere von der Temperatur abhängig iſt. Chemiſche Verbindung beruht hiernach auf dem Aneinanderlagern der entgegengeſetzt elektriſchen Pole der kleinſten Theilchen zweier verſchiedener Körper, wobei ſich die entgegengeſetzten Elektricitäten dieſer Pole zu Wärme und Feuer verbinden, und vollſtändige oder theilweiſe Neutraliſation der entgegengeſetzten Elektricitäten eintritt. Es ſtellte ſich hiernach die Erfahrung, daß die Verwandtſchaftsäußerungen beſonders dann eintreten, wenn beide auf einander wirkende Körper, oder doch wenigſtens einer derſelben, flüſſig ſind, einfach als Folge dieſer elektrochemiſchen Theorie heraus, indem die chemiſche Vereinigung, das Aneinanderlagern der entgegengeſetzt elektriſchen Pole der verſchiedenen Körper, nur dann vor ſich gehen kann, wenn dieſe kleinſten Theilchen hinlängliche Freiheit der Bewegung haben. Berzelius kam zu dem Schluß, daß, was wir chemiſche Affinität oder Verwandtſchaft nennen, mit allen ihren Abänderungen, nichts anderes iſt, als die Wirkung der elektriſchen Polarität der kleinſten Körpertheilchen, daß alſo die Elektricität die erſte Urſache aller chemiſchen Wirkungen iſt.

Wir haben ſo die Betrachtung der verſchiedenen Theorien über die Affinität von der früheſten Zeit, wo Anſichten über dieſen Gegenſtand ausgeſprochen wurden, bis auf die Gegenwart fortgeſetzt. Bei der Berzelius'ſchen Theorie konnte ſich um ſo kürzer gefaßt werden, da ſie die noch von den meiſten Chemikern angenommene iſt, und ihre Erörterung deßhalb paſſender in den Lehrbüchern, als in einer Geſchichte der Chemie ihren Platz findet. Dieſelbe Rückſicht läßt die Beſprechung einiger neueren elektrochemiſchen Theorien und mehrerer anderen, noch ſchwebenden, Fragen hier unterbleiben; unerwähnt darf jedoch bei einer geſchichtlichen Darſtellung der Bemühungen, einen Zuſammenhang zwiſchen Elektricitäts- und Affinitätserſcheinungen zu begründen, die wichtige Entdeckung Faraday's nicht bleiben, der 1834 auffand, daß ein gleich ſtarker elektriſcher Strom, durch verſchiedene zerſetzbare Körper nach einander geleitet, aus ihnen allen gleiche Aequivalente der verbundenen Körper abſcheidet. Es bringt dieſe Entdeckung die Lehre von dem Elektrochemismus in einen innigeren Zuſammenhang

Digitized by Google

mit den Geſetzen der Affinität hinſichtlich der Quantitäten, in welchen ſich die verſchiedenen Stoffe vereinigen; man kann faſt von allen früheren Beſtrebungen und Theorien in dieſer Beziehung ſagen, daß ſie nur die qualitativen Erſcheinungen der Verwandtſchaft zu erklären beabſichtigten. — Die quantitativen Verhältniſſe, welche bei der Vereinigung heterogener Stoffe zu einer chemiſchen Verbindung ſich zeigen, haben wir im Vorhergehenden noch nicht oder doch nur in der Art, wie ſie gerade zum Verſtändniß einzelner Theorien über das Weſen der Verwandtſchaft zu berückſichtigen waren, erwähnt. Wir wollen die Art, wie die Geſetze über die Gewichtsverhältniſſe der verſchiedenen Beſtandtheile bei der Vereinigung zu einer Verbindung erkannt wurden, nun zum Gegenſtand einer beſonderen Unterſuchung machen. Wir haben dieſen Gegenſtand als einen einzelnen Theil der Lehre von der Eigenthümlichkeit und der Zuſammenſetzung der chemiſchen Verbindungen zu betrachten, um einen klaren Ueberblick darüber zu gewinnen; Einiges über die Erkenntniß des Begriffs einer chemiſchen Verbindung iſt deßhalb noch vorauszuſchicken.

Digitized by Google

Erkenntniß des Begriff's: chemiſche Verbindung.

Frühere Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen.

Zweck des vorliegenden Abſchnittes iſt, zu unterſuchen, wie ſich die Anſichten entwickelten und berichtigten über die chemiſche Verbindung, wie man zuletzt dazu kam, ſie anzuſehen als das Product, entſtanden aus dem Zuſammentreten von Beſtandtheilen, welche darin nach ihrer Natur noch unverändert enthalten ſind und daraus wieder abgeſchieden werden können.

In den früheſten Zeiten der Chemie wurde im Allgemeinen jeder durch beſondere Eigenſchaften ausgezeichnete Körper als ein ens sui generis betrachtet, als ein eigenthümlicher Körper, bei welchem die Zuſammenſetzung kaum ein Gegenſtand eigentlicher Unterſuchung war. Die Bildung eines neuen Körpers durch das Aufeinanderwirken verſchiedener Subſtanzen wurde als ein wahres Schaffen angeſehen, nicht als ein Vereinigen verſchiedener Beſtandtheile zu einer Verbindung oder als ein Abſcheiden eines Beſtandtheils zu einer Verbindung. Wo vor dem 16. Jahrhundert davon die Rede iſt, daß ein beſtimmter Körper ein Beſtandtheil eines andern ſei, daß er ſchon fertig gebildet in einem andern enthalten ſei, ſcheint im Allgemeinen der Begriff einer Miſchung, nicht der einer chemiſchen Verbindung, vorgewaltet zu haben In dieſem Sinne iſt z. B. früh von Erzen die Rede, welche beſtimmte Metalle enthalten, in dieſem Sinne iſt von dem Salz als einem Beſtandtheil des Salzwaſſers die Rede. Es ſcheint im Allgemeinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte die herrſchende Anſicht geweſen zu ſein, daß mit dem chemiſchen Einwirken zweier Körper auf einander die eigenthümliche Natur eines jeden von dieſen vernichtet wird, daß der aus ihnen entſtehende Körper ein neuer iſt, an Eigenthümlichkeit jedem der früheren vergleichbar. Wo wir jetzt ſagen: wir können aus einem beſtimmten Körper einen eigenthümlichen ausſcheiden, da ſagte man früher: jener

Digitized by Google

bestimmte Körper ist geschickt, um diesen eigenthümlichen hervorzubringen; die Darstellung wurde gewissermaßer als ein Act des Schaffens betrachtet. Die von Einigen, z. B. von Geber, geäußerten Ansichten über die Zusammensetzung einiger Körper, deren wir gleich erwähnen werden, waren nur theoretische, die hinsichtlich der Anstellung und Erklärung der chemischen Processe nicht den geringsten Einfluß ausüben. Nur aus einer solchen Anschauungsweise der Eigenthümlichkeit jedes chemisch individuellen Stoffes, nur aus einer solchen Ansicht, daß die Darstellung eines jeden Körpers ein Schaffen von etwas vorher noch nicht Existirendem sei, läßt es sich erklären, wie von so Vielen die Möglichkeit der Hervorbringung von Gold, Silber u. s. w. vertheidigt wurde, wie von Paracelsus im 16. Jahrhundert das Entstehen von Kupfer in einer Auflösung von blauem Vitriol, in welche man metallisches Eisen legt, als eine Hervorbringung von vorher noch nicht existirt habendem Kupfer angesehen wurde (eine Meinung, die sich bis in das 17. Jahrhundert erhielt), wie dieser Proceß als gleich wichtig und gleich wunderbar betrachtet wurde mit dem angeblichen, daß durch eine gewisse Behandlung des salpetersauren Bleies mit Salmiak und Aetzkali wirkliches Queckſilber erhalten werden könne.

Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Eine klarere Einsicht über das Verhältniß einer Verbindung zu ihren Bestandtheilen entwickelte sich erst im 17. Jahrhundert. Daß einzelne Körper zusammengesetzt sind, und zwar, daß ähnliche Körper aus ähnlichen Bestandtheilen bestehen, findet sich zwar schon bei Geber erwähnt. Bei der speciellen Betrachtung dieses Chemikers (Theil I, Seite 55) habe ich schon seiner Ansichten über die Constitution der Metalle gedacht, und werde bei Betrachtung der verschiedenen Meinungen über die Metalle noch einmal darauf zurückkommen. Hier genügt es, kurz zu erinnern, daß Geber alle Metalle als aus Queckſilber und Schwefel (von verschiedener Reinheit und in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden) zusammengesetzt ansah. Geber betrachtete Queckſilber und Schwefel als wahre Bestandtheile der Metalle, aber diese Bestandtheile waren nicht darstellbar; was er in dieser Beziehung Queckſilber und Schwefel nannte, waren nicht die unter diesem Namen wirklich existirenden Substanzen. Insofern hat Geber's Ansicht wenig Licht auf das Verhältniß zwischen einer Verbindung und ihren Bestandtheilen geworfen; eine Erkenntniß dieses Verhältnisses konnte erst dann sich Bahn brechen, als man verschiedene Stoffe in darstellbare Bestandtheile zu zerlegen suchte, als man bestimmte Körper, die

Geber's Ansicht darüber.

Digitized by Google

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen.

eine Verbindung zu Wege bringen können, in dieſer Verbindung nachzuweiſen ſuchte.

Während des ganzen Zeitalters der Alchemie blieb der richtige Begriff der chemiſchen Verbindung unbekannt. Aeußerte auch der eine oder andere Chemiker naturgemäße Anſichten, ſo wurden dieſe doch keineswegs allgemein angenommen. So z. B. ſprach Norton ſchon 1477 in ſeinem Crede mihi aus, daß die Metalle in ihren Auflöſungen noch unverändert enthalten ſind: Metalla manent in sua integra compositione, cum ab aquis fortibus dissolvuntur; allein alle ſeine Zeitgenoſſen und nächſten Nachfolger waren doch noch der Meinung, ein Beſtandtheil, der in eine Verbindung eingehe, werde dadurch ſeiner ganzen Natur nach vernichtet. Erſt gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts erſcheinen einzelne Andeutungen über einen richtigeren Begriff der chemiſchen Verbindung. Angelus Sala betrachtete ſchon in ſeiner Synopsis aphorismorum chymiatricorum (1620) den Salmiak als aus Salzſäure und flüchtigem Laugenſalz zuſammengeſetzt, und derſelbe wußte, daß das Kupfer, was ſich durch Eiſen aus einer Löſung von Vitriol niederſchlagen läßt, in dem letzteren Körper bereits enthalten iſt. Aber als den erſten Chemiker, welcher ſich klarer ausgeſprochen hat, haben wir van Helmont zu nennen. In ſeinen 1648 herausgekommenen Schriften (er ſtarb ſchon 1644) wird zuerſt die Meinung ausgeſprochen, daß ein Metall, in einer Säure gelöſt, doch noch darin mit allen ſeinen Eigenthümlichkeiten enthalten iſt; daß das Metall nicht durch dieſe Verbindung mit der Säure von Grund aus zerſtört wird und ſich ein neuer ganz eigenthümlicher Körper bildet, ſondern daß ſich in der Auflöſung noch das Metall unverändert befindet. Er ſpricht dies beſonders aus, wo er von der Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure redet: Licet argentum, in chrysulca dissolutum, periisse, quatenus aquae forma, videatur, permanet tamen in pristina sui essentia; prout sal in aqua solutum, sal est, manet, et inde reperitur, sine salis mutatione. Auf dieſe Anſicht geſtützt, ſuchte er zu beweiſen, daß das niederfallende Kupfer, bei dem Einlegen von Eiſen in Cementwaſſer, kein neu geſchaffenes ſei, daß hierbei keine Metallverwandlung eintrete, ſondern daß der Vorgang darauf beruhe, daß in dem Cementwaſſer bereits Kupfer enthalten ſei. — Auch hebt er noch beſonders und an verſchiedenen Stellen hervor, daß ein Körper, mit einem andern vereinigt, und dann wieder abgeſchieden, daſſelbe Gewicht zeigt, wie zuvor. Namentlich zeigt er dies an der Kieſelerde, die er mit Kali zu Glas

Van Helmont's Anſicht darüber.

Digitized by Google

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen.

ſchmelzen, auflöſen und mit Säure wieder niederſchlagen läßt, wo nach ihm niederfällt arena eodem pondere, quae prius, faciundo vitro, aptabatur, oder auch: separatur ab alcali, pondere pristini pulveris lapidum. Daraus ſchließt er: Terra ergo immutata persistit. — Ebenſo hat van Helmont zuerſt darauf aufmerkſam gemacht, daß ſich bei Bildung chemiſcher Verbindungen häufig Wärmeentwicklung zeigt.

Glauber's Kenntniſſe darüber.

Weiter noch in der Erkenntniß der Beſtandtheile vieler Verbindungen drang Glauber vor. Er hatte in die Zuſammenſetzung der meiſten zu der damaligen Zeit bekannten Salze klare Einſicht, er hatte ſie ſich verſchafft theils durch Beachtung des Umſtandes, aus welchen Beſtandtheilen eine Verbindung gebildet wird, theils durch Unterſuchung, in welche Beſtandtheile ſich eine Verbindung zerlegen läßt. Glauber hat ſich beſonders in ſeinem Werke novi furni philosophici, 1648, darüber mehrfach ausgeſprochen, und aus dieſem iſt die folgende kurze Darſtellung ſeiner Kenntniſſe über die qualitative Conſtitution der Verbindungen entnommen. Er kannte die Zuſammenſetzung der Salze, welche aus der Vereinigung der Schwefel- und Salpeterſäure mit den fixen und flüchtigen Alkalien hervorgehen, und die zum Theil lange noch nach ihm benannt wurden; hinſichtlich der Zuſammenſetzung des Salmiaks ſagte er richtig: »in dem sal armoniac ſind zweierlei Salien, nämlich ein sal acidum, commune, und ein sal volatile urinae.« Er kannte auch die Zuſammenſetzung mehrerer Metallchloride, welche er auf ähnliche Weiſe darſtellte, wie das Antimonchlorid, und die Zuſammenſetzung dieſes letzteren Körpers giebt er in verſchiedenen Stellen richtig an: »Wiewohl das ſchwere und dicke oleum antimonii, welches man Butyrum nennt, — — nichts anders iſt, als ein spiritus salis, darin der regulus Antimonii ſolvirt iſt«, und: »daraus zu ſchließen, daß ſolches dicke oleum nichts anders ſei, als eine solutio Antimonii cum spiritu salis: weilen der Spiritus Salis und Flores Antimonii eben ein ſolches dicke oleum oder butyrum geben.« In dieſer Art beſtimmte Glauber die Zuſammenſetzung verſchiedener Verbindungen; ſein Verdienſt hierum iſt um ſo größer, da er, was die genaue Angabe der näheren Beſtandtheile einer Verbindung angeht, keinen Vorgänger hatte.

In den zunächſt folgenden Jahren wird die Kenntniß der Zuſammenſetzung einzelner Verbindungen immer allgemeiner. Sylvius de le Boë und Otto Tachenius kannten die Beſtandtheile mehrerer Salze; ihre Schriften, woraus dies hervorgeht, fallen zwiſchen 1660 und 1670.

Digitized by Google

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boyle's Ansichten.

Der nächste Chemiker indeß, welcher die Kenntnisse in dieser Beziehung wesentlich förderte, war Boyle; seine Arbeiten hierüber gehören der Zeit von 1660 bis 1680 an. Bereits oben, Seite 307 dieses Bandes, habe ich eine Stelle mitgetheilt, aus welcher seine klare Einsicht in die Zusammensetzung mehrerer Schwefelverbindungen hervorgeht; aber ganz allgemein zeigt er über die Verhältnisse der Bestandtheile unter einander und zu ihren Verbindungen sehr genügende Kenntnisse. Bei ihm zuerst finden wir die Unterschiede zwischen einfacheren und complicirteren Verbindungen, zwischen näheren und entfernteren Bestandtheilen hervorgehoben. In seinem Chemista scepticus (1661) sagt er: Licet enim nonnulla (corpora) ex coalitionibus immediatis elementorum, ipsorumve principiorum, constare videantur, exindeque prima mista, seu mista primaria possint appellari: videtur tamen, multa corpora misceri, ut sic dicam, secundario, cum immediata ipsorum ingredientia non sint elementaria, sed haec mista primaria modo commemorata, atque ex pluribus eorum, quae sunt generis hujus secundarii mixtorum, emergere per ulteriorem compositionem potest tertium genus, et ita deinceps. — Boyle hatte den Begriff der chemischen Verbindung so wohl gefaßt, daß es ihm sogar möglich war, sich eine Frage vorzulegen, die noch in der neuesten Zeit erörtert wird; nämlich ob Verbindungen von ungleicher Ordnung sich wieder vereinigen können, z. B. ein Element mit einer Verbindung, oder ob auch zwischen Substanzen von verschiedenem Grade der Zusammensetzung weitere Vereinigung möglich ist. Er entschied sich für das letztere: Neque est improbabile, quaedam corpora ex corporibus mixtis, non quae omnia ejusdem sint ordinis, sed diversorum, constitui; ut (exempli causa) concretum aliquod constare ex ingredientibus potest, quorum unum potuit esse corpus mixtum primarium, alterum vero secundarium; — — vel forte compositum esse ex mixtis corporibus potest, quorum alia ad primum, alia ad tertium genus pertinent. — Aber nicht nur für die theoretische Anschauung der Verbindung, sondern auch für die praktische Ausmittelung der Bestandtheile hat Boyle viel gethan. In der geschichtlichen Uebersicht der Ausbildung der analytischen Chemie sind mehrfach Belege enthalten, wie er die Bestandtheile der verschiedenartigsten Verbindungen zu bestimmen mit Erfolg versuchte. Ich brauche mich deßhalb hier nicht länger mit einer Aufzählung der Körper aufzuhalten, deren qualitative Zusammensetzung Boyle richtig erkannte; bemerken will ich indeß

Digitized by Google

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boyle's Ansichten.

noch, daß auch für ihn es hauptsächlich die Salze waren, deren Zusammensetzung er zu bestimmen suchte. In Verbindung hiermit steht noch eine Beobachtung von ihm, die zwar schon den älteren Chemikern nicht entgangen sein konnte, die ich indeß bei Boyle zuerst bestimmt ausgesprochen finde, daß nämlich die hervorstechendsten Eigenschaften der Bestandtheile verschwinden, wenn diese sich zu Verbindungen vereinigen. Besonders fiel ihm auf, daß in den Salzen die ätzende Eigenschaft beider Bestandtheile, der Säuren wie der Laugensalze, verschwunden ist, und er schenkte dem Gegenstande gebührende Aufmerksamkeit. In seinem Werke Tentamina quaedam physiologica (welches 1661 herauskam) spricht er, wo er von dem Salpeter handelt, ganz allgemein aus, daß zwei vollkommen unähnliche Körper sich in der Art verbinden können, ut ex utriusque arcto coalitu tertium quoddam corpus progeneretur qualitatibus novis imbutum. Boyle wußte indeß, daß wenn auch die Eigenschaften der Bestandtheile in der Verbindung untergehen, ähnliche Eigenschaften der Verbindungen doch oft auf eine gewisse Analogie in der Zusammensetzung schließen lassen; daß z. B. die blaue oder grüne Farbe eines Salzes eine Andeutung von Gehalt an Kupfer ist, daß Körper von bestimmten chemischen Eigenschaften, wie Säuren und Alkalien, bei ihrer Verbindung immer Körper von gemeinsamen Eigenschaften, salzartige Verbindungen, geben.

Wenige von Boyle's unmittelbarsten Nachfolgern haben für die Erkenntniß der Natur der chemischen Verbindungen so viel gethan, als er. Gleichzeitig mit ihm, 1668, beschäftigte sich noch ein anderer englischer Gelehrter, Mayow, mit der Untersuchung des Verhältnisses der Bestandtheile zu der Verbindung, welche sie bilden. Mayow's Untersuchungen gingen weniger darauf, für viele einzelne Fälle die Zusammensetzung auszumitteln, aber seine klare Einsicht in das Allgemeine der Sache ist bemerkenswerth. Er sprach aus, daß bei Bildung einer chemischen Verbindung von den Bestandtheilen Nichts verloren geht; daß wenn auch die entstehende Verbindung ganz andere Eigenschaften erkennen läßt, als vorher die Bestandtheile einzeln zeigten, doch keine annihilatio, wie er sich ausdrückt, der Bestandtheile stattfindet; daß die Bestandtheile mit allen ihren Eigenschaften, unverändert, in eine Verbindung eintreten, und unverändert wieder daraus dargestellt werden können.

Boerhave's Ansichten.

Eben dasselbe bemühte sich auch noch Boerhave 1732 zu zeigen; ein Beweis, daß selbst noch zu dieser Zeit es nicht ganz allgemein aner-

Digitized by Google

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boerhave's Ansichten.

kannt war, daß chemische Verbindung nur innige Vereinigung zweier Körper, nicht das Schaffen einer ganz neuen Substanz, ist. Boerhave sucht den Beweis zu führen, daß das Lösungsmittel, indem es sich mit dem aufzulösenden Körper verbindet, die kleinsten Theilchen des letzteren, also seine chemische Eigenthümlichkeit, unverändert läßt. Er spricht von der Veränderung der Eigenschaften, welche unter diesen Umständen eintritt: (Illa mutatio) vix autem apparet tribuenda verae et propriae mutationi introductae a menstruo in particulas ipsas solutas. Novi equidem principes in chemia autores aliter censere; ipsa tamen res sententiae modo prolatae favet. Und nun zeigt er, daß die edlen Metalle, in was immer aufgelöst, unverändert durch Glühen wieder erhalten werden können, daß es mit allen anderen Substanzen ähnlich sich verhält, daß also bei der Lösung (bei der chemischen Verbindung) die kleinsten Theilchen des zu Lösenden, seine individuelle chemische Natur, nicht geändert wird. Selten nur, sagt Boerhave, würden die Elemente durch Eingehen in eine Verbindung chemisch abgeändert, und auch dann wohl nur scheinbar; wie Boerhave diesen Satz durchgeführt hat, ist zu charakteristisch für die damaligen Kenntnisse über chemische Verbindung, als daß ich es hier nicht erwähnen sollte. Er sagt, es gäbe allerdings gewisse Fälle, wo man Ursache haben könnte, anzunehmen, ein Bestandtheil, der in eine Verbindung eingehe, sei nun in dieser nicht mehr unverändert enthalten. So z. B. wenn man Essig mit Bleikalk verbinde, erhalte man Bleizucker, und ob in diesem noch Essig enthalten sei, stehe dahin, denn bei der Destillation erhalte man keinen Essig, sondern eine entzündliche Flüssigkeit eigener Art. Ob aber hier wirklich eine Verwandlung der Essigsäure anzunehmen sei? Boerhave glaubt nein, denn es gebe so viele Beispiele, wo die Eigenschaften eines Körpers sich scheinbar ändern, ohne daß doch die Natur des Körpers geändert werde. Ein scharfes Messer bleibe was es ist, ob es nun in eine Scheide eingehüllt sei oder nicht; aber seine Wirkungen, seine Eigenschaften seien in beiden Fällen sehr verschieden. So auch sei es möglich, daß der Essig bei der Destillation des Bleizuckers gewisse Bleitheilchen mit herüberführe, deren Beimischung die ursprünglichen Eigenschaften des Essigs nicht mehr erkennen lasse. Diese Erklärung hält Boerhave mindestens für wahrscheinlicher, als die Annahme, ein Körper werde durch Eintritt in eine Verbindung wirklich seiner ganzen Natur nach zerstört. — Boerhave'n kommt auch noch das Verdienst zu, hauptsächlich den Unterschied zwischen chemischer

Digitized by Google

Verbindung und mechanischer Mengung hervorgehoben zu haben. Er sagt, eine chemische Verbindung sei die, wo sich in der Ruhe die Bestandtheile nicht von einander sondern, wenn sie auch ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht haben; bei Mengungen hingegen, namentlich bei der von Flüssigkeiten, trete eine solche Absonderung ein. Als weiteres Kennzeichen einer chemischen Verbindung hebt er hervor, daß eine solche in ihren kleinsten Theilchen überall homogene Zusammensetzung zeige, während dieses bei mechanischen Mengungen nicht der Fall sei. — Die Wärmeentwicklung und das Verschwinden der charakteristischen Eigenschaften der Bestandtheile bei Bildung einer chemischen Verbindung bespricht Boerhave als eine bekannte Sache.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boerhave's Ansichten.

Von Boerhave's Zeit an wird der Begriff der chemischen Verbindung allgemeiner richtig aufgefaßt; es werden darin als Bestandtheile Körper angenommen, auf welche entweder das Experiment hinführt, welche darstellbar sind, oder welche als nothwendige Folge einer anerkannten Theorie darin vorausgesetzt werden müssen. Die Ausmittelung der Bestandtheile einer Verbindung mit Rücksicht auf die der Eigenschaften der letzteren gewann an Wichtigkeit, als der Grundsatz immer mehr durchdrang, daß analoges Verhalten, gemeinsames Stattfinden Einer ausgezeichneten Eigenschaft bei mehreren Verbindungen, überhaupt den Gehalt an Einem bestimmten Bestandtheile anzeige. Dieser Grundsatz wurde hauptsächlich in dem ersten Viertel des 18. Jahrhunderts geltend gemacht, als die phlogistische Theorie sich erhob, wo die wichtigste chemische Eigenschaft, die Verbrennlichkeit, allgemein dem Gehalt an Einem Bestandtheile, dem Phlogiston, zugeschrieben wurde. Er erhielt sich lange allgemein, und z. B. Lavoisier noch befolgte ihn, als er 1778 aussprach, daß die gemeinsame Eigenschaft aller Säuren dem gemeinsamen Gehalte derselben an Einem Bestandtheile, dem Sauerstoff, zuzuschreiben sei. Was die weitere Ausbildung der Kenntnisse über die chemische Verbindung im Allgemeinen durch die quantitative Untersuchung, was die richtigere Erkenntniß der Constitution einzelner Verbindungen oder ganzer Klassen analoger Körper, wie Säuren, Oxyde, Salze u. s. w. angeht, mag bei der speciellen Geschichte über diese Gegenstände nachgesehen werden. Ehe wir jedoch die Betrachtung, wie sich der Begriff der chemischen Verbindung überhaupt ausbildete, beschließen, will ich noch hervorheben, wie sich alle Hauptfragen der letzten Entwicklungsperiode darin concentrirten, ob eine gewisse Thatsache auf Bildung oder Zersetzung einer

Spätere Ansichten über die Verbindungen.

Digitized by Google

Spätere Anſichten über die Verbindungen.

Verbindung beruht. So z. B. dreht ſich (1780—1790) der Streit zwiſchen der phlogiſtiſchen und antiphlogiſtiſchen Theorie um die Frage:

Iſt Verbrennung Verluſt des Phlogiſtons
oder Aufnahme von Sauerſtoff?

oder ſpecieller:

Iſt ein Metall = Metallkalk + Phlogiſton,
oder = Metallkalk — Sauerſtoff?

Schon früher, gegen 1770, war der Streit über die Natur des Aetzkalkes in folgender Frage enthalten (vergl. Alkalien):

Iſt Aetzkalk = milder Kalk + acidum pingue,
oder = milder Kalk — Kohlenſäure?

Der Streit über die Natur des Waſſers drehte ſich zuletzt um die Entſcheidung der Fragen:

Iſt Waſſerſtoff = Waſſer + Phlogiſton,
oder = Waſſer — Sauerſtoff,
oder = Waſſer + poſitiver Elektricität?

Bei der Entdeckung der Alkalimetalle (1807) wurden gegen die einfache Natur derſelben Einwürfe gemacht, über welche zu entſcheiden die Bejahung einer der Fragen gerechtfertigt werden mußte:

Sind die Alkalimetalle = Alkali — Sauerſtoff,
oder = Alkali + Waſſerſtoff?

Die Unterſuchungen, in Folge derer das Chlor als einfacher Körper anerkannt wurde, erörterten die Fragen:

Iſt das Chlor = Salzſäure (gasförmige) — Waſſerſtoff,
oder = Salzſäure (hypoth. trockne) + Sauerſtoff?

Dieſe Beiſpiele ließen ſich noch vervielfältigen, die aufgezählten reichen indeß hin, um anſchaulich zu machen, wie die richtige Erkenntniß der chemiſchen Verbindungen mit der richtigen Theorie der ganzen Chemie identiſch iſt.

Verlaſſen wir dieſe allgemeineren Betrachtungen, und gehen noch einmal darauf zurück, wie ſich die Anſichten über eine Abhängigkeit der Eigenſchaften einer Verbindung von ihrem Gehalt an Beſtandtheilen entwickelten. Wir werden dadurch zu einer Unterſuchung geführt, die uns im Folgenden weitläufiger beſchäftigen wird. Die Erkenntniß nämlich, daß eine Abhängigkeit der Eigenſchaften einer Verbindung von der quantitativen Zuſammenſetzung exiſtirt, iſt das erſte Vorkommen einer Beachtung des letzte-

Digitized by Google

ren Begriffs, und da wir in dem Folgenden die Entwicklung der Gesetze über die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile in Verbindungen kennen lernen wollen, so mag passend diese Aufzählung der Ansichten über das Wesen der chemischen Verbindung damit schließen, zu zeigen, wann zuerst die quantitative Mischung als die Eigenschaften der Verbindung bedingend angesehen wurde. Denn wenn auch schon die Alchemisten alle Metalle als Verbindungen derselben Bestandtheile in verschiedenen Verhältnissen betrachteten, so gaben sie doch auch immer zugleich eine Verschiedenheit der Reinheit der Bestandtheile, also eine Verschiedenheit ihrer Qualität, als Ursache der verschiedenen Eigenschaften der Metalle an.

Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Mit der deutlicheren Anschauung, was eine chemische Verbindung sei, mußte es nothwendig erkannt werden, daß die Eigenschaften einer Verbindung von den Bestandtheilen wenigstens in der Art abhängen, daß ein Gehalt an anderen Bestandtheilen andere Eigenschaften hervorbringt, indem ja doch andere Verbindungen andere Eigenschaften haben müssen. Sehr frühe bereits finden wir denn auch schon abweichende Zusammensetzung als Grund von verschiedenen Eigenschaften angegeben, aber wohlgemerkt, immer qualitativ abweichende Zusammensetzung. Von da war aber noch ein weiter Schritt bis zu der Aufstellung der Ansicht, daß, um zwei Verbindungen von verschiedenen Eigenschaften hervorzubringen, nicht das Zusammentreten verschiedener Bestandtheile erforderlich ist, sondern daß ganz dieselben Bestandtheile, in verschiedenen Mengenverhältnissen sich verbindend, Körper von verschiedenen Eigenschaften bilden können. Es war dies die erste Annäherung zu dem Begriffe der Constitution eines Körpers nach dem Gewichte.

Dieser Schritt wurde mit Bestimmtheit zuerst von Stahl gethan. Beschäftigte er sich auch sonst weniger mit quantitativen Untersuchungen, wie überhaupt die Vernachlässigung derselben das Zeitalter der phlogistischen Theorie charakterisirt, so hat er doch zuerst diesen Satz in der Wissenschaft geltend gemacht. — Bei Stahl findet sich öfters, wenn von verschiedenen Substanzen die Rede ist, größerer oder geringerer Gehalt an Einem Bestandtheile als Ursache der Verschiedenheit angegeben. So z. B. unterscheidet sich nach Stahl die schweflige Säure von dem Schwefel durch einen geringeren Gehalt an Phlogiston; schweflige Säure und Schwefel bestehen beide nach ihm aus Schwefelsäure und Phlogiston, aber in verschiedenen Verhältnissen; und dieser Unterschied in dem Zusammensetzungsverhältniß ist hinreichend, die totale Verschiedenheit beider Körper zu erklären.

Digitized by Google

Berückſichtigung der quantitativen Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen.

Es war dieſe Anſicht über die Urſache der Verſchiedenheit qualitativ gleich zuſammengeſetzter chemiſcher Verbindungen, welche den Begriff des Mengenverhältniſſes der Beſtandtheile zuerſt beachten ließ. Dieſe Anſicht war nur ausgeſprochen, ſie war nicht durch Ausmittelung der Zuſammenſetzung bewieſen, obgleich ſie die Wichtigkeit derſelben hervorheben mußte, und es waren auch zunächſt nicht die Verbindungen in mehrfachen Verhältniſſen, welche ſpäter wirklich quantitativ genau unterſucht wurden, und welche die Geſetzmäßigkeiten hinſichtlich der Zuſammenſetzung zuerſt erkennen ließen, ſondern im Gegentheil gingen die erſten quantitativen Unterſuchungen auf Verbindungen, denen man nur ein einziges, conſtantes Miſchungsverhältniß zuſchrieb. Wie ſich die quantitative Beſtimmung der Beſtandtheile einer Verbindung ausbildete, haben wir in der Geſchichte der analytiſchen Chemie geſehen; wie man aber conſtante Zuſammenſetzung als die unumgängliche Bedingung einer chemiſchen Verbindung erkannte, und wie die Regelmäßigkeiten hinſichtlich der Zuſammenſetzung verſchiedener Verbindungen erforſcht wurden, gehört in die Geſchichte der Stöchiometrie, und dieſe wollen wir im Folgenden betrachten.

Digitized by Google

Erkenntniß der ſtöchiometriſchen Geſetze.

Die Stöchiometrie behandelt die Lehre von den Geſetzen, nach welchen ſich die quantitative Zuſammenſetzung der chemiſchen Verbindungen richtet. Dieſe Geſetze konnten erſt aufgefunden werden, nachdem es ausgemacht war, daß die chemiſchen Verbindungen nach conſtanten Verhältniſſen zuſammengeſetzt ſind. Der Anfang unſerer hiſtoriſchen Unterſuchung muß alſo ſein, nachzuweiſen, für welche Verbindungen man zuerſt ein conſtantes Mengenverhältniß der Beſtandtheile erkannte; für ſolche Verbindungen ſuchte man auch bald Geſetzmäßigkeiten hinſichtlich dieſer Mengenverhältniſſe nachzuweiſen; ſo wie ſich die Erkenntniß, daß chemiſche Verbindung in beſtimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältniſſen ſtattfinde, auf eine größere Anzahl von Körpern verbreitet, vergrößert ſich auch der Kreis der der Stöchiometrie angehörigen Facta, erweitert und berichtigt ſich die Kenntniß der ſtöchiometriſchen Geſetze.

Erſte Erkenntniß beſtimmter Zuſammenſetzungsverhältniſſe.

Unterſuchen wir nun, welche chemiſchen Verbindungen es waren, an denen man zuerſt das Zuſammenſetzungsverhältniß als conſtant erkannte. Für keine andere Klaſſe von chemiſchen Verbindungen findet man ſo frühe Anzeichen dieſer Erkenntniß, als für die Salze; die entgegengeſetzten Eigenſchaften der Beſtandtheile der Salze wurden bald bekannt; man wußte, daß durch Zuſatz einer ſtarken Säure niedergeſchlagen wird, was in einem Alkali gelöſt war. Aber man wußte auch ſchon frühe, daß zu einer ſolchen Wirkung nicht die Gegenwart der Säure allein hinreicht, ſondern daß auch die Säure in einer beſtimmten Menge zugeſetzt werden muß. So giebt ſchon Geber im 8. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, freilich ſehr unbeſtimmt, Mengenverhältniſſe an, in welchen man Eſſig zu Schwefelleberlöſung ſetzen ſoll, um die Schwefelmilch zu erhalten. Es laſſen ſich viele ſolcher Beiſpiele anführen, daß man ſtets bei ſolchen Operationen die

Digitized by Google

Erſte Erkenntnis beſtimmter Zuſammenſetzungsverhältniſſe.

Mengenverhältniſſe beachtete; es ſcheint mir dies indeß nutzlos, und ich will hier nur noch eine dahin gehörige Stelle aus van Helmont's Werken mittheilen, welche hinſichtlich der Quantitäten zu miſchender Säuren und Baſen auf den Sättigungspunkt aufmerkſam macht. (Ich weiß nicht, ob der Begriff Sättigen hier zuerſt deutlich ausgeſprochen wird, kenne indeß keine ältere Stelle.) Van Helmont ſagt (um 1640 ungefähr), daß die Kieſelerde aus Kali gefällt werde, cui si affundatur chrysulca, quae tum saturando alcali sufficit. Daß bei dem Sättigungspunkt die Menge der Säure zu dem des Alkali's in einem beſtimmten Verhältniſſe ſteht, erſcheint bald allgemein angenommen; ebenſo die Bezeichnung saturatio. Boerhave definirte 1732 den Sättigungspunkt richtig: durch allmäligen Zuſatz von Säure zu einem Laugenſalz komme man zu einem Punkte, wo eben die alkaliſche Reaction verſchwindet, atque tum hoc punctum Saturationis vocatur. Und er fährt fort: Tumque illud compositum (das gebildete Salz) nec alcali est, nec acidum, sed ex his simul concretis conflatum.

Man kam auf dieſe Art zu dem Begriffe der Neutralität einer Salzlöſung, wofern nämlich eine Verbindung einer Säure mit einem Alkali weder die hervorſtechenden Eigenſchaften des einen, noch die des andern ihrer Beſtandtheile zeigt. Dieſer Begriff der Neutralität iſt für die Entwicklung der Stöchiometrie von großer Wichtigkeit geworden; wo ich die Geſchichte der Unterſuchungen über die Salze abhandle, werde ich weitläufiger das Hiſtoriſche über die Neutralſalze mitzutheilen haben; hier indeß muß ich, was den Urſprung der Bezeichnung Neutralität angeht, ſchon anführen, daß ſie ſchwerlich älter iſt, als aus dem Ende des 17. Jahrhunderts ſtammend. Boyle hebt zwar ſchon hervor, daß die Salze weder die charakteriſtiſchen Eigenſchaften der Säuren, noch die der Baſen haben, aber erſt zu Boerhave's Zeit findet man »salia, sic dicta neutra« manchmal erwähnt, und ſelbſt da ſcheint der Ausdruck noch nicht recht gebräuchlich geweſen zu ſein, obgleich Boerhave ein eigenes Kapitel De salibus neutris überſchrieben hat (vergl. Salze).

Daß nun jedes neutrale Salz in einem einzigen und beſtimmten Verhältniſſe aus Säure und Baſe gebildet wird, daß Neutralität nur einem einzigen Miſchungsverhältniſſe zukommt, wurde ſeit der Zeit angenommen, wo die erſten Verſuche darüber angeſtellt wurden. Einer intereſſanten Unterſuchung, der erſten der Art, haben wir hier zu erwähnen, nämlich der von

Digitized by Google

Homberg, mit wieviel von verſchiedenen Säuren ſich dieſelbe Menge Alkali verbindet. Dieſe Unterſuchung iſt aus dem Jahre 1699. Homberg ſtellte ſie in der Art an, daß er zu derſelben Menge kohlenſauren Kali's irgend eine Säure hinzuſetzte, bis die alkaliſche Reaction verſchwunden war; die Menge hierzu nöthiger Säure wurde bemerkt; die Löſung wurde ſodann ſtark erhitzt, und beobachtet, um wieviel die angewandte Menge kohlenſaures Kali an Gewicht zugenommen hatte. Die Reſultate waren folgende. Unterſuchungen von Homberg.

Bis zum Verſchwinden des alkaliſchen Charakters nimmt auf:

1 Unze Weinſteinſalz 14 Unzen des beſten Eſſigs,
1 » » 2 Unzen, 3 Drachmen Salzſäure,
1 » » 1 Unze, 2 Drachmen, 36 Gran Salpeterſäure,
1 » » 5 Drachmen Vitriolöl.

Nach dem Erhitzen aber hatte Eine Unze Weinſteinſalz zugenommen:

durch Sättigen mit ſtarkem Eſſig um 3 Drachmen 36 Gran
» » » Salzſäure » 3 » 14 »
» » » Salpeterſäure » 3 » 36 »
» » » Vitriolöl » 3 » 5 »

Es wurde hieraus ſpäter geſchloſſen, daß alle Säuren nur im Waſſergehalt differiren, daß aber an und für ſich von der einen ſoviel zum Sättigen einer beſtimmten Menge Alkali nöthig iſt, als von der andern. Obgleich nun dieſer Schluß, ebenſo wie die Verſuchsreihe, auf die er ſich ſtützt, grundfalſch iſt, ſo muß doch eine ſo frühe Erörterung des Sättigungsvermögens unſer Intereſſe in Anſpruch nehmen.

Die Neutralſalze blieben zunächſt diejenigen Verbindungen, deren quantitative Zuſammenſetzung kennen zu lernen man ſich bemühte. Homberg fand erſt ſpät Nachfolger. Bergman beſchäftigte ſich von 1775 an mit der Analyſe der Salze, Kirwan noch ſpäter, von 1780 an, mit der Beſtimmung ihres Zuſammenſetzungsverhältniſſes. Inwiefern ihre Reſultate genau waren, geht aus den Seite 314 und 315 mitgetheilten Tabellen, ebenſo wie aus den Angaben in dem Abſchnitte »analytiſche Chemie«, Seite 71 u. 74 dieſes Theiles, hervor. Bergman und Kirwan verfolgten beide den Geſichtspunkt, eine Abhängigkeit der Größe der Verwandtſchaft von dem Zuſammenſetzungsverhältniſſe der Beſtandtheile auffinden zu wollen, wie dies in dem Abſchnitte »Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft« weitläufiger dargeſtellt iſt; ſie ſuchten nicht, ohne Rückſicht auf die Größe der Verwandtſchaft in den Gewichtsmengen der verſchiedenen Beſtandtheile, die ſich mit einander zu

Digitized by Google

Verbindungen vereinigen, eine Regelmäßigkeit zu entdecken, welche anzuzeigen übrigens auch ihre quantitativen Bestimmungen nicht genau genug waren.

Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

Geschickter, was die quantitative Zerlegung der Salze angeht, und scharfsichtiger in der Erkennung der hierbei obwaltenden Regelmäßigkeiten, war Wenzel [1]), und seine 1777 erschienene Verwandtschaftslehre enthält die Grundzüge der stöchiometrischen Lehren, so weit sie bis zum Anfange unseres Jahrhunderts erforscht wurden. Was die Beurtheilung von Wenzel's Verdiensten um die quantitative Analyse angeht, so muß ich hier wieder auf die Geschichte der analytischen Chemie, Seite 72, zurückverweisen; hier nehmen zunächst die theoretischen Resultate, die er aus seinen Zerlegungen zu ziehen wußte, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Wenzel's Untersuchungen waren besonders auf die Erklärung Eines Phänomens gerichtet, dessen richtige Erkenntniß auch in der That über die Regelmäßigkeiten hinsichtlich der Gewichtsmengen, in denen sich die Säuren und Basen zu neutralen Salzen verbinden, vielen Aufschluß geben mußte. Dieses Phänomen ist, daß zwei neutrale Salze, wenn sie sich gegenseitig zersetzen, Producte geben, welche gleichfalls neutral sind; daß durch die Zersetzung also der Zustand der Neutralität nicht aufgehoben wird. Auch in Bergman's Untersuchungen findet sich diese Erscheinung berücksichtigt, ohne daß dieser Chemiker jedoch eine genügende Erklärung davon hätte geben können. Wenzel, auf genauere Data hinsichtlich der Zusammensetzung vieler Salze gestützt, war darin glücklicher. Er wies die Ursache dieser Erscheinung in dem Umstande nach, daß die verschiedenen Mengen der ver-

[1]) Carl Friedrich Wenzel war 1740 zu Dresden geboren. Sein Vater, ein Buchbinder, hielt ihn zur Erlernung desselben Geschäfts an; Wenzel indeß, nach weiterer Ausbildung strebend, entwich heimlich und ging nach Holland, wo er zu Amsterdam Chirurgie und Pharmacie erlernte. Als Schiffschirurg machte er eine Reise nach Grönland, und diente nachher noch mehrere Jahre in der holländischen Marine. 1766 kehrte er nach Sachsen zurück; er studirte jetzt in Leipzig Chemie und Metallurgie, und mit solchem Erfolge, daß er 1780 zum Director der Freiberger Bergwerke ernannt wurde. Er starb zu Freiberg 1793. Seine »Vorlesungen über die chemische Verwandtschaft der Körper« erschien zuerst 1777 (2. Auflage 1779). Einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, schrieb er in diesem Sinne eine »Einleitung zur höheren Chemie« (1773). Eine Abhandlung von ihm, die Metalle durch Reverberation in ihre Bestandtheile zu zerlegen, welche von der Copenhagener Akademie einen Preis erhalten hatte, erschien in den Schriften dieser Gesellschaft für 1781.

Digitized by Google

ſchiedenen Alkalien oder Erden, welche ein und daſſelbe Gewicht irgend einer Säure neutraliſiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutraliſation bedürfen; mit anderen Worten, daß die relativen Verhältniſſe zwiſchen gewiſſen Quantitäten von Alkalien oder Erden, welche eine gegebene Menge von einer und derſelben Säure ſättigen, ſich allezeit und bei allen anderen Säuren gleichbleiben. Nach Wenzel erklärt ſich z. B. die Fortdauer der Neutralität, wenn ſalpeterſaurer Kalk durch ſchwefelſaures Kali zerſetzt wird, folgendermaßen: Geſetzt, wir löſen 363 Gewichtstheile ſalpeterſauren Kalkes (nach Wenzel's Analyſe aus 123 Kalk und 240 Salpeterſäure beſtehend) in Waſſer auf, und zerſetzen dieſes Salz durch Vermiſchen mit ſchwefelſaurem Kali (in welchem letzteren Salze nach Wenzel auf 240 Schwefelſäure 290,4 Kali enthalten ſind). Wenzel fand, daß 240 Schwefelſäure 162,5 Kalk neutraliſiren; folglich müſſen jenen 123 Kalk, die in der Löſung von 363 ſalpeterſaurem Kalk enthalten ſind, 181,5 Schwefelſäure geboten werden, die, dem Vorhergehenden zufolge, im neutralen ſchwefelſauren Kali mit 220 Kali verbunden ſind. Zu der vollſtändigen Zerſetzung von 363 ſalpeterſaurem Kalk muß man alſo 181,5 Schwefelſäure + 220 Kali = 401,5 ſchwefelſaures Kali anwenden; dann werden die 123 Gewichtstheile Kalk durch 181,5 Schwefelſäure neutraliſirt, und es bleiben in Löſung 220 Kali und 240 Salpeterſäure, gerade in dem Verhältniſſe, wo dieſe beiden Stoffe ſich neutraliſiren, denn die durch ſolche Zerſetzung erhaltene Löſung reagirt neutral. Aus der bekannten Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Kalkes, des ſchwefelſauren Kali's und des ſchwefelſauren Kalkes könnte man alſo auf die Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Kali's ſchließen; in ihm müßten, der vorhergehenden Rechnung nach, 240 Salpeterſäure mit 220 Kali verbunden ſein. Wenzel beſtätigte die Richtigkeit dieſer Art zu ſchließen durch directe Zerlegung dieſes Salzes; er fand darin auf 240 Salpeterſäure 222⅔ Kali, beinahe genau mit der obigen mittelbaren Beſtimmung übereintreffend.

Wenzel's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Durch dieſe Unterſuchungen, welche Wenzel auf eine große Anzahl von Salzen ausdehnte, war die Fortdauer der Neutralität nach der wechſelſeitigen Zerſetzung zweier neutraler Salze vollkommen erklärt. Die Neutralität muß ebenſowohl ungeändert bleiben, wenn ſich die beiden Salze gerade auf vollſtändig zerſetzen, als auch, wenn von dem einen Salze ein Ueberſchuß vorhanden iſt, der unzerſetzt bleibt, da dieſer neutral iſt und bleibt, und hinſichtlich des Reſultats von keinem Einfluſſe ſein kann.

Digitized by Google

Wenzel's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Wenzel ſah aber auch alle Folgerungen der Erklärung ein, welche er für dieſe Erſcheinung gegeben hatte. Er ſah ein, daß die Zuſammenſetzung der neutralen Salze beſtimmten Geſetzen unterliegt, in der Art, daß man die Zuſammenſetzung vieler ſo vorausbeſtimmen kann, wie dies eben für das ſalpeterſaure Kali gezeigt wurde; daß dieſe Geſetzmäßigkeit eine Controle bildet für die quantitativen Analyſen der neutralen Salze, wie wir gleichfalls oben ſahen, daß die Uebereinſtimmung zwiſchen der berechneten und der direct gefundenen Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Kali's eine Bürgſchaft für die Richtigkeit der dabei in Betracht kommenden Zerlegungen abgiebt. Er ſah endlich noch den Satz klar ein, welcher ſchon oben als die Grundlage der Erklärung über die Fortdauer der Neutralität bei wechſelſeitiger Zerſetzung neutraler Salze angegeben wurde; nämlich daß die verſchiedenen Mengen verſchiedener Alkalien oder Erden, welche ein und daſſelbe Gewicht irgend einer Säure neutraliſiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutraliſation bedürfen. Nach Wenzel's unmittelbaren Zerlegungen nämlich

$$\text{neutraliſiren } 240 \text{ Salpeterſäure } \begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 222 \text{ Kali} \end{cases}$$

und dieſe Mengen von Kalk und Kali bedürfen auch genau derſelben Menge jeder andern Säure, um neutraliſirt zu werden; ſo bedürfen beide dieſelbe Menge Schwefelſäure, 181,5; denn Wenzel's directe Beobachtung:

$$181{,}5 \text{ Schwefelſäure neutraliſiren } \begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 220 \text{ Kali} \end{cases}$$

ſtimmt mit dieſer Folgerung innerhalb der Grenze der damals unvermeidlichen Verſuchsfehler genügend überein.

Wenzel hatte ſomit den Weg gebahnt, die Zuſammenſetzung aller Neutralſalze aus der Analyſe weniger vorauszubeſtimmen; ſeine Unterſuchungen gaben bereits den Beweis dafür, daß hierzu nur die genaue Analyſe der Salze von Einer Baſis mit allen Säuren und von Einer Säure mit allen Baſen erforderlich wäre. Wenzel ſelbſt indeß ſuchte dieſe Folgerung nicht in der Art durchzuführen, wie man wohl nach der Wichtigkeit des Gegenſtandes erwarten könnte; ſein Hauptaugenmerk bei der ganzen Unterſuchung war, die Fortdauer der Neutralität bei der wechſelſeitigen Zerſetzung neutraler Salze zu erklären, und die anderen Schlußfolgerungen aus ſeinen vorzüglichen Beobachtungen erſchienen ihm mehr als gelegentliche erwähnungswerth. Bald indeß gewann die Frage dieſe allgemeinere Richtung.

Digitized by Google

Wenzel's Arbeiten wurden zu ſeiner Zeit wenig beachtet. Die praktiſche Seite derſelben wurde für ungenau gehalten, weil ſeine Analyſen nicht mit denen von Bergman und Kirwan übereinſtimmten (ſondern richtiger waren), und weil alle Angaben namentlich des Erſteren mit unbegrenztem Vertrauen von den Chemikern jener Zeit aufgenommen wurden. Die theoretiſche Seite ſeiner Arbeiten wurde ebenſowenig gewürdigt, theils weil ſie ſich auf Angaben gründete, die man für ungenau hielt, theils auch, weil in den letzten zwei Decennien des vorigen Jahrhunderts die Aufmerkſamkeit der Chemiker auf andere theoretiſche Gegenſtände, die Discutirung des Lavoiſier'ſchen Syſtems namentlich, ausſchließlich gerichtet war.

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Daſſelbe Mißgeſchick traf den nächſten Nachfolger Wenzel's. Richter [1]) war es, der zuerſt wieder, und ziemlich bald nach Wenzel, die Zuſammenſetzung der Neutralſalze aus einem allgemeineren Geſichtspunkte anſah. Seine Arbeiten gehören der Zeit von 1789 bis 1802 an; ſie fielen alſo noch in die Zeit, wo die antiphlogiſtiſche Theorie, namentlich in Deutſchland, der Gegenſtand vielfacher Streitigkeiten war, und wo die Chemiker anderweitigen theoretiſchen Beſtrebungen nur wenig Aufmerkſamkeit ſchenkten. Zudem kam, daß Richter's Anſichten hinſichtlich ihrer Autorität dadurch bedeutend litten, daß ſeine experimentellen Angaben nicht die nöthige Schärfe hatten; ſeine quantitativen Analyſen namentlich ſtanden an Genauigkeit denen Wenzel's weit nach, und doch waren vielleicht ſeine experimentellen Reſultate noch richtiger, als einige von ihm daraus gezogene

[1]) Jeremias Benjamin Richter lebte zuerſt als Bergſecretair und Bergprobirer zu Breslau, dann als Aſſeſſor der Bergwerksadminiſtration und Arcaniſt an der Porzellanfabrik zu Berlin, wo er 1807 ſtarb. Alle ſeine Werke ſtehen in Verbindung mit der Anwendung der Mathematik auf die Chemie, von ſeiner Inauguraldiſſertation an, welche 1789 erſchien, und »de usu matheseos in chymia« handelte. Später erſchien ſeine »Stöchiometrie oder Meßkunſt chymiſcher Elemente,« in drei Theilen (1792—1794), wovon der erſte Theil die reine Stöchiometrie, Thermimetrie und Phlogometrie abhandelt, der zweite und dritte Theil aber die angewandte Stöchiometrie enthält. Außerdem ſchrieb Richter noch ein periodiſches Werk »Ueber die neueren Gegenſtände in der Chemie«, welches von 1792 bis 1802 in 11 Stücken herauskam. Es ſind darin viele für die damalige Zeit ganz gute chemiſche Unterſuchungen enthalten; vom vierten Stücke (1795) an, iſt das Werk ganz ſtöchiometriſchen Inhalts und ſchließt ſich an das obengenannte Werk über Stöchiometrie als Fortſetzung an.

Digitized by Google

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

theoretiſche Reſultate, welche, auf einmal vorgefaßten Meinungen fußend, er direct nachweiſen wollte.

Richter's Bemühungen, das Geſetzmäßige in den feſten Miſchungsverhältniſſen der Säuren mit den alkaliſchen und erdigen Baſen und mit den Metalloxyden zu entdecken, brachten indeß doch die Stöchiometrie bedeutend vorwärts. Von ihm wurde beiläufig auch zuerſt die Bezeichnung Stöchiometrie (von στοιχεῖον, Grundſtoff) eingeführt, die er ſelbſt als »Meßkunſt chymiſcher Elemente« definirte.

Richter hat zuerſt die relativen Gewichtsmengen, in welchen ſich die Säuren und die Baſen mit einander verbinden, in Form von Reihen zuſammengeſtellt. Die Gewichtsmengen aller alkaliſchen und erdigen Baſen, welche einerlei Menge einer gewiſſen Säure, z. B. 1000 Gewichtstheile Schwefelſäure, neutraliſiren, nannte er die Maſſenreihe oder auch die Neutralitätsreihe der Baſen. Ebenſo ſuchte er auch die Maſſenreihe oder Neutralitätsreihe für die verſchiedenen Säuren, in Bezug auf dieſelbe Menge Einer Baſe. Er fand, daß die Zahlen aus zwei zuſammengehörigen ſolcher Reihen, aus den Neutralitätsreihen zweier Baſen für alle Säuren z. B., alle unter einander in demſelben Verhältniß ſtehen, und daß ſomit eine Neutralitätsreihe aus einer andern vollſtändig bekannten abgeleitet werden kann, wenn man durch Einen Verſuch dieſes conſtante Verhältniß ermittelt. Kennt man alſo für alle Baſen ihre Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Säure, und für alle Säuren die Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Baſis, ſo läßt ſich die Zuſammenſetzung aller aus der Vereinigung dieſer Säuren und Baſen entſtehenden Neutralſalze beſtimmen.

Richter ſelbſt kam nicht darauf, die relativen Gewichtsmengen, worin ſich die Säuren und Baſen verbinden, in einer einzigen Reihe darzuſtellen; ich werde ſpäter angeben, wie dieſe Einrichtung zuerſt eingeführt wurde. Er ſtellte viele Reihen auf, und bemerkte nur, daß die Zahlen in den Neutralitätsreihen aller Baſen einander proportionirt ſind, und daß es bei den Neutralitätsreihen der Säuren ebenſo iſt. Aber Richter ſuchte hier noch andere allgemeine Regelmäßigkeiten, als die eben erwähnte vollkommen in der Natur begründete, nachzuweiſen. Ihm zufolge bilden nämlich die Neutralitätsreihen der Säuren geometriſche, die der Baſen hingegen arithmetiſche Reihen, und zwar ſollen die eigentlichen Alkalien und die alkaliſchen Erden zwei verſchiedene arithmetiſche Progreſſionen ausmachen. Er glaubte namentlich, daß die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der drei

Digitized by Google

Alkalien ausgedrückt ſeien durch a, a + b, a + 5b, die der Erden durch a, a + b, a + 3b, a + 9b, a + 19b. Die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der vier Mineralſäuren (Flußſ., Salzſ., Schwefelſ., Salpeterſ.) ſollten die Reihe bilden c, cd^3, cd^5, cd^7, und die der anderen Säuren (mit Ausnahme der Phosphorſäure): c, cd^3, cd^4, cd^8, cd^{11}, cd^{14}, cd^{15}, cd^{16} u. ſ. w. — Die fehlenden Glieder, glaubte er, gehörten noch zu entdeckenden oder noch nicht unterſuchten Baſen und Säuren an. (Dieſe vorausgeſetzten Regelmäßigkeiten, nach welchen Richter's Zahlenangaben corrigirt worden zu ſein ſcheinen, haben vielleicht viel dazu beigetragen, ſie unrichtig zu machen; in den Angaben der unten, Seite 365, mitzutheilenden Tabelle ſind ſie enthalten.) — Er ging ſogar ſo weit in der Hoffnung, die Regelmäßigkeiten, welche die Mathematik in der Lehre von den Progreſſionen nachweiſt, in der Chemie wiederzufinden, daß er die ganze Chemie nur für einen Theil der angewandten Mathematik erklärte. Dieſes Vorurtheil, wie man es wohl nennen kann, warf ein gewiſſes Mißtrauen auf alle ſeine Angaben, denn es blieb unentſchieden, ob er nicht die Reſultate ſeiner Verſuche etwas corrigirt habe, um ſie damit in Uebereinſtimmung zu bringen. Dazu kam noch, daß er jene Anſichten als Beweiſe für die Richtigkeit von Sachen vorſchob, die ſich ſpäter als falſch erwieſen. So z. B. glaubte Trommsdorff an dem Ende des vorigen Jahrhunderts in dem ſogenannten ſächſiſchen Beryll (Apatit) eine eigenthümliche Erde zu finden, welche Aguſterde genannt wurde. Richter glaubte ſogleich einen Beweis für die Eigenthümlichkeit derſelben darin zu finden, daß die Gewichtsmenge, welche dieſer Erde in der Neutralitätsreihe der alkaliſchen Erden zukomme, genau in ſeine oben angegebene mathematiſche Reihe paſſe. Allein bald fand es ſich, daß dieſe Erde nur phosphorſaurer Kalk ſei, und nun zogen viele Chemiker die Richtigkeit der Richter'ſchen Anſichten in Zweifel, weil ſie mit nachweisbar Falſchem ſich in vollkommene Uebereinſtimmung ſetzen ließen.

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Ich werde etwas weiter unten die nöthigen Data beibringen, inwiefern Richter's quantitative Beſtimmungen genau waren. Ich erwähne hier nur noch, daß er die Anwendbarkeit ſeiner Betrachtungsweiſe genau einſah, ſowohl was die Erklärung angeht, weßhalb die Neutralität nicht aufgehoben wird, wenn ſich zwei neutrale Salze gegenſeitig zerſetzen, als auch hinſichtlich der indirecten Beſtimmung der Zuſammenſetzung von Neutralſalzen, deren unmittelbare Zerlegung mit Schwierigkeiten verbunden iſt. Aber noch einer Richtung der Arbeiten von Richter müſſen wir hier erwähnen,

Digitized by Google

Unterſuchung der Neutralitätsverſchiedenungen bei Metallfällungen.

welche für die Stöchiometrie von Wichtigkeit geworden iſt, ich meine die über Metallfällungen. Wir wollen bei dieſer Gelegenheit die Geſchichte der Kenntniſſe über Metallfällungen im Allgemeinen kurz einſchalten.

Ich weiß nicht genau, wann die erſte Beobachtung gemacht wurde, daß ein Metall ein anderes aus ſeiner Auflöſung zu fällen im Stande iſt. Im 15. Jahrhundert erwähnt Baſilius Valentinus der Fällung des Goldes aus ſeiner Löſung durch Queckſilber; er weiß auch, daß Eiſen aus Vitriollöſung Kupfer niederſchlägt, und kennt das auf dieſe Weiſe im Großen gewonnene Cementkupfer. Die baumförmigen Metallniederſchläge, namentlich den Silberbaum, kannte der Italiener Porta und beſchrieb ſie 1567. Beſprochen wurde ſchon hin und wieder, daß lange die Metallfällung für eine Metallverwandlung gehalten wurde. Daß das durch Ausfällung ſich zeigende Metall nicht durch Verwandlung des eingetauchten entſtehe, ſondern ſchon vorher in Löſung enthalten geweſen ſei, behaupteten beſonders Angelus Sala und van Helmont um die Mitte des 17. Jahrhunderts. Daß Sylvius de le Boë, zu derſelben Zeit, Metallfällungen kannte und richtig erklärte, habe ich ſchon Seite 294 dieſes Bandes erwähnt. Ungefähr zu derſelben Zeit erweiterte Boyle die Kenntniſſe über dieſen Gegenſtand durch die Wahrnehmung, daß Kupfer, welches das Silber aus ſeiner Auflöſung zu fällen vermag, ſeinerſeits durch Zink oder Eiſen aus ſeiner Auflöſung niedergeſchlagen wird; er wußte außerdem, daß nicht nur Gold, ſondern auch Silber durch Queckſilber metalliſch gefällt wird.

Die Kenntniß über die Metallfällungen erhielt im 18. Jahrhundert einzelne Bereicherungen, was die Ordnung, in welcher ſich die Metalle gegenſeitig aus ihren Löſungen ausfällen, und Aehnliches, angeht; größeres wiſſenſchaftliches Intereſſe gewannen indeß dieſe Unterſuchungen erſt, als Bergman darauf einen Verſuch zur Beſtimmung der quantitativen Zuſammenſetzung der Metalle gründete, und in ſeiner 1782 erſchienenen Schrift de diversa Phlogisti quantitate in metallis bekannt machte.

Bergman beſchäftigt ſich hier mit der Erſcheinung, daß nach dem Ausfällen eines Metalls aus ſeiner neutralen Löſung durch ein anderes dieſe neutral bleibt. Es tritt nach ihm bei der Metallfällung alſo gerade ſo viel von dem fällenden Metall an die Stelle des gefällten, als nöthig iſt, um mit der vorhandenen Säure ein neutrales Salz zu bilden. Nun aber iſt nach Bergman's phlogiſtiſchen Anſichten in einer ſolchen Löſung enthalten: Metallkalk (ein Element) und Säure. Es wird zugeſetzt ein Metall

Digitized by Google

(Metallkalk + Phlogiſton). Das Phlogiſton des fällenden Metalls tritt zu dem aufgelöſten Metallkalk, es ſchlägt ſich die Verbindung, Metall, nieder, während das ſeines Phlogiſtons beraubte Metall ſtatt deſſen in die Löſung eingeht. Aber da die Löſung neutral bleibt, ſo muß die Menge des gefällten Metalls und die des zur Fällung erforderlichen gleichviel Phlogiſton enthalten. Bergman zieht daher den Schluß: Phlogisti mutuas quantitates praecipitantis et praecipitandi ponderibus esse inverse proportionales. Nehmen wir das Wort Phlogiſton in ſeiner älteren Bedeutung (die es übrigens zu Bergman's Zeit nicht mehr allgemein hatte): Abweſenheit des Sauerſtoffs, ſo heißt ſeine Schlußfolgerung, daß ſowohl das fällende als das gefällte Metall einer gleichen Menge Sauerſtoff bedürfe, um eine gleiche Quantität Säure zu neutraliſiren.

Unterſuchung der Neutralitätserſcheinungen bei Metallfällungen.

Richter bearbeitete denſelben Gegenſtand wie Bergman; ſeine Ausdrucksweiſe über dieſen Punkt erſcheint etwas undeutlich, weil er, die Grundſätze des antiphlogiſtiſchen Syſtems anerkennend, doch die Sprache des phlogiſtiſchen beibehielt. Richter ſah indeß klar ein, welches Verhältniß zwiſchen dem Sauerſtoffgehalt eines Oxydes und der Menge von Säure beſteht, welche erſteres neutraliſiren kann. Er ſah ein, daß ſich die neutraliſirenden Gewichtsmengen des fällenden und des gefällten Metalls umgekehrt verhalten, wie die Quantitäten Sauerſtoff, welche dieſe Metalle aufnehmen, da das fällende Metall dem gefällten nicht nur den Sauerſtoff entzieht, ſondern auch die Säure, und nun die Säure durch das fällende Metall geradeſo neutraliſirt iſt, wie ſie es vorher durch das gefällte war; — daß alſo bei Neutraliſirung derſelben Menge Säure mit verſchiedenen Metalloxyden die erſtere ſich in der Art mit verſchiedenen Gewichtsmengen der letzteren verbindet, daß in dieſen Oxyden allen eine gleiche Gewichtsmenge Sauerſtoff enthalten iſt. Wie Richter ſelbſt dieſen Satz gegeben hat, iſt charakteriſtiſch für ſeine Ausdrucksweiſe, welche dem Bekanntwerden ſeiner Ideen auch ein bedeutendes Hinderniß abgab. »Die quantitative Ordnung ſpecifiſcher Neutralität der Metalle gegen eine Säure iſt der umgekehrten quantitativen Ordnung der Entbrennſtoffung «(Dephlogiſtiſirung)» und reſpective Lebensluftſtoffung vollkommen analog, d. h. ein Metall neutraliſirt ſich in deſto größerer Maſſe mit Säure, je weniger ſein Subſtrat Lebensluftſtoff «(Sauerſtoff)» bedarf, um entbrennſtofft zu werden.«

Richter hatte nach dem Vorhergehenden zwei Hauptpunkte der Stöchiometrie richtig aufgefaßt; einmal, daß die Gewichtsmengen aller Baſen,

Digitized by Google

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

die ſich mit den verſchiedenen Säuren zu neutralen Salzen vereinigen, einander proportionale Zahlenreihen bilden, und dann, daß das Sättigungsvermögen eines Oxyds von ſeinem Gehalt an Sauerſtoff abhängt. Beide Geſetze wurden indeß nur wenig beachtet; das erſtere zog die Aufmerkſamkeit Fiſcher's auf ſich, eines Gelehrten, der über Verwandtſchaft ausgezeichnete Kenntniſſe beſaß, und ſich namentlich durch Ueberſetzung der Berthollet'ſchen Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand viel Verdienſt um die Verbreitung derſelben in Deutſchland erworben hat. Richter hatte verſchiedene Neutralitätsreihen für die Säuren in Bezug auf dieſelbe Menge Baſis, und verſchiedene Neutralitätsreihen für die Baſen in Bezug auf dieſelbe Menge Säure aufgeſtellt; er hatte zwar bemerkt, daß man dieſe Reſultate in Eine Tabelle zuſammenfaſſen könne, aber erſt 1802 hob es Fiſcher ausdrücklich hervor (in ſeiner Ueberſetzung von Berthollet's Recherches sur les lois de l'affinité), daß man alle Tafeln Richter's in eine einzige reduciren könne, die in zwei Columnen getheilt alle Gewichtsverhältniſſe angiebt, worin ſich Baſen und Säuren zu neutralen Salzen vereinigen; er ſah die Anwendbarkeit einer ſolchen Einrichtung vollkommen ein. — Fiſcher berechnete aus Richter's Angaben eine ſolche Tafel; ſie war die erſte Tafel der Aequivalentgewichte; bei ihrer Conſtruction war von der Schwefelſäure ausgegangen, deren Aequivalentgewicht = 1000 angenommen wurde.

Dieſe Tafel von Fiſcher laſſe ich hier folgen; ſie geſtattet uns zugleich ein Urtheil darüber, inwiefern Richter's Zahlenangaben genau waren. Wären dieſe Angaben vollkommen genau, ſo müßten alle in dieſer Tafel den verſchiedenen Stoffen beigelegten ſtöchiometriſchen Zahlen zu den von uns jetzt als richtig anerkannten in demſelben Verhältniſſe ſtehen, und ich will die ſich ergebenden Verhältniſſe für jeden in der Tafel enthaltenen Körper in die folgende Ueberſicht aufnehmen. Dies Verfahren führt zu einem richtigeren Schluſſe hinſichtlich der Genauigkeit von Richter's Reſultaten, als z. B. alle Fiſcher'ſchen Zahlen zu halbiren, wo die ſtöchiometriſche Zahl der Schwefelſäure der jetzt ihr beigelegten beinahe gleich wird; indem dann die einzige falſche Beſtimmung das Aequivalentgewicht dieſer Säure alle anderen Beſtimmungen, auch wenn ſie richtig ſind, möglicher Weiſe ungenau erſcheinen laſſen kann. In der folgenden Tabelle ſind alſo unter Fiſcher die von dieſem Gelehrten aus Richter's Angaben abgeleiteten Aequivalentgewichte der verſchiedenen Stoffe gegeben; unter Berzelius die von

Digitized by Google

diesem Gelehrten bestimmten und von uns als relativ richtig anerkannten; dann ist noch das Verhältniß beider Angaben zu einander beigefügt [1]).

Erste Aequivalentgewichtstafel von Richter und Fischer. 1802.

Basen.	Fischer.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Fischer.	Berzelius.	Verhältniß.
Thonerde	525	214	0,408	Flußs.	427	134	0,314
Magnesia	615	258	0,420	Kohlens.	577	276	0,478
Ammoniak	672	327	0,487	Salzs.	712	343	0,482
Kalk	793	356	0,449	Oxals.	755	453	0,600
Natron	859	391	0,455	Phosphors.	979	446	0,456
Strontian	1329	647	0,487	Arsenis.	988	465	0,471
Kali	1605	590	0,368	Schwefels.	1000	501	0,501
Baryt	2222	957	0,431	Bernsteins.	1209	631	0,522
				Salpeters.	1405	677	0,482
				Essigs.	1480	643	0,434
				Citronens.	1683	731	0,434
				Weinsteins.	1694	831	0,491

Wären die Richter'schen Zahlen so genau, wie die Berzelius'schen, so müßten sich die Verhältnisse in der letzten Columne der obigen Tabelle übereinstimmend ergeben. Es ist dies nicht der Fall, aber man sieht doch aus der annähernden Uebereinstimmung, daß für viele Substanzen in der obigen Tabelle die Aequivalentgewichte ziemlich richtig bestimmt sind.

---

[1]) Zu der Vergleichung mit Berzelius' stöchiometrischen Zahlen ist noch Folgendes zu bemerken. Als Aequivalentgewicht für die Thonerde ist $\frac{1}{3}$ ($Al_2 O_3$) genommen, weil Richter die Gewichtsmenge bestimmte, die sich mit 1 Aequivalent Schwefelsäure verbindet; für das Ammoniak $N_2 H_6 O$, aus demselben Grunde; bei der Flußsäure und der Salzsäure die Zahlen für die früher angenommenen hypothetisch wasserfreien Säuren, ($Fl_2 - O$) und ($Cl_2 - O$), weil Richter suchte, wie viel Säure sich mit 1 Aequivalent Basis (Kalk oder Kali) verbindet; für die Phosphorsäure $\frac{1}{2}$ ($P_2 O_5$), weil Richter bestimmte, wieviel Säure im Perlsalz und in dem damit gefällten Bleisalz u. s. w. mit 1 Aequivalent Basis verbunden ist. — Fischer hatte auch noch in die obige Tafel »Fettsäure« mit aufgenommen; nach dem damaligen Zustande der Kenntnisse läßt sich für die mit diesem Namen bezeichnete Substanz keine Vergleichung anstellen.

Digitized by Google

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Gleich nachdem Fiſcher die Richter'ſchen Reſultate in Eine Reihe zuſammengefaßt hatte, ergriff Richter ſelbſt dieſe Art der Darſtellung, und 1803 publicirte er eine vollſtändigere Tabelle. Ich gebe hier von ſeinen Angaben nur die wichtigſten, und die nicht ſchon in der eben mitgetheilten Fiſcher'ſchen Tabelle befindlich ſind, und füge für dieſe ebenfalls die Vergleichung mit den Berzelius'ſchen Zahlen bei. In der 1803 von Richter gegebenen Tabelle befinden ſich ſehr viele Körper, für welche er entweder damals noch nothwendig falſche Reſultate finden mußte, oder für welche eine Vergleichung ſchwer iſt, inſofern die Bezeichnung, wie die Beſtimmung derſelben überhaupt, ungenau iſt, ſo z. B. wenn er von Metallkalken ſpricht, in Hinſicht auf metalliſche Subſtanzen, die verſchiedene Oxydationsſtufen haben, und welche letzteren man doch damals noch nicht gehörig ſonderte. Ich beſchränke mich daher hier nur auf wenige vorzüglich wichtige Metalloxyde.

Metallkalk.	Richter.	Berzelius.	Verhältniß.
Zinkkalk	1348	503	0,373
Kupferkalk	1416	496	0,350
Bleikalk	3592	1394	0,388
Silberkalk	3728	1452	0,389

Die Zahlen in der letzten Columne ſtimmen unter einander ziemlich überein; die Verhältnißmengen, in denen ſich Zink-, Kupfer-, Blei- und Silberoxyd äquivalent ſind, hatte alſo Richter ziemlich richtig beſtimmt. Aber die Verhältnißzahlen in der letzten kleinen Tabelle weichen von denen in der vorhergehenden größeren Tabelle bedeutend ab, woraus hervorgeht, daß alſo Richter's Angaben in der Beziehung unrichtig ſind, wieviel von einem Alkali oder einer Erde dazu gehört, um ein gewiſſes Gewicht eines Metalloxyds in einer Verbindung zu erſetzen.

Das im Vorſtehenden Enthaltene genügt wohl, um über Richter's Kenntniſſe in der Stöchiometrie einen Begriff zu geben, um einſehen zu laſſen, bis zu welchem Punkte durch ſeine Arbeiten dieſe Lehre gefördert wurde. Doch fanden ſeine Arbeiten zu ſeiner Zeit auch nicht den geringſten Eingang bei den Chemikern; ſeine Schriften blieben unbeachtet. Die erſtere der oben angeführten ſtöchiometriſchen Tabellen theilte Berthollet

Digitized by Google

1803 in seiner statique chymique mit; auch in Frankreich wurde sie indeß wenig beachtet. Die Ursache hiervon habe ich schon angegeben; Richter selbst trug zum Theil die Schuld daran, daß seinen Arbeiten keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde, durch zu viele Hypothesen und unverständliche Ausdrucksweise; die Zeitumstände endlich, wo überhaupt so viel Neues in der Chemie zu beachten war, was von anerkannten Autoritäten verhandelt wurde, waren noch mehr hinderlich. Aber es war noch ein Umstand, der wesentlich dazu beitrug, daß seinen Arbeiten nicht die Wichtigkeit beigelegt wurde, welche sie verdienten, und diesen Umstand müssen wir hier ausführlicher in seiner Erledigung besprechen. Richter setzte voraus: die Säuren verbinden sich mit den Basen und Kalken nur in bestimmten Verhältnissen zu neutralen Salzen; Neutralität existirt bei reinen Salzen, bei löslichen wie bei unlöslichen, nur für Ein Mischungsverhältniß. Aber diese Voraussetzung wurde im Anfang des 19. Jahrhunderts nicht allgemein als richtig anerkannt, und so lange diese Frage nicht entschieden war, mußte jedes Urtheil über die Gültigkeit der Richter'schen Gesetze suspendirt bleiben. Diese Streitfrage fiel unter die allgemeinere: ob überhaupt der Begriff einer chemischen Verbindung bestimmte und constante Zusammensetzung einschließt, indem zu jener Zeit außer den Salzen noch mehrere andere Reihen von Verbindungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung genauer erforscht wurden, und also in den Kreis der Untersuchung gezogen werden konnten.

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

Wir wollen die Meinungen der in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts geltenden Autoritäten, so weit sie hierher Bezug haben, zusammenstellen.

Bergman hatte die Ansicht, daß alle chemischen Verbindungen auch solche in bestimmten Proportionen sind, nicht sowohl ausgesprochen, als vielmehr gar nicht in Zweifel gezogen. Seine umfassenden Arbeiten über die quantitative Zusammensetzung der Salze, seine Bemühungen, den Gehalt an Phlogiston in den verschiedenen Metallen zu bestimmen, zeigen unwiderleglich, daß er der Meinung war, sämmtliche chemische Verbindungen könnten nur nach einem einzigen, oder doch nur nach sehr wenigen, aber constanten, Zusammensetzungsverhältnissen der Bestandtheile erfolgen.

Lavoisier gleichfalls hatte diese Frage nie in Zweifel gestellt Seine musterhaften Bestrebungen, die quantitative Zusammensetzung so vieler Körper zu bestimmen, wären ganz zwecklos gewesen, sobald er der Ansicht

Digitized by Google

Anſichten der Chemiker um 1800 über die Conſtanz der Verbindungsverhältniſſe.

gehuldigt hätte, die Beſtandtheile derſelben könnten in allen möglichen Verbindungen zuſammentreten. Er betrachtete ſogar den Umſtand, daß chemiſche Verbindungen nur in wenigen und beſtimmten Proportionen ſtatthaben können, als ein weſentliches Kennzeichen einer chemiſchen Verbindung, die er als dissolution von der bloßen Löſung (solution) unterſchied, bei welcher letzteren das Zuſammenſetzungsverhältniß variabel ſei.

So ſchien es um 1800 allgemein angenommen, daß ſich die Beſtandtheile nur in wenigen und beſtimmten Proportionen zu chemiſchen Verbindungen vereinigen, als nun Berthollet auftrat, und ganz das Entgegengeſetzte lehrte. Ich habe die Grundzüge der Berthollet'ſchen Lehre ſchon Seite 317 ff. dieſes Theiles mitgetheilt, und es genügt alſo, darauf zu verweiſen und nur hier noch einmal hervorzuheben, daß nach Berthollet ſich die Beſtandtheile zu wahren chemiſchen Verbindungen vereinigen können entweder in allen Verhältniſſen, oder in gewiſſen Grenzen, die ihren Urſprung haben erſtens in der Eigenſchaft der chemiſchen Verwandtſchaft, daß die Kraft, mit der ein Beſtandtheil der Verbindung den andern feſthält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieſes andern Beſtandtheils wächſt, und zweitens in der Cohäſion der Beſtandtheile und der gebildeten Verbindung oder der Elaſticität derſelben, zweier mit der Temperatur variirenden Kräften. Berthollet's Autorität, und der ausgezeichnete Scharfſinn, womit er dieſe Meinungen entwickelte, verſchafften ihnen viele Anhänger.

Aber gleichzeitig, während Berthollet ſeine Anſichten durchzuführen ſuchte, bemühte ſich Prouſt zu zeigen, daß allerdings die chemiſchen Verbindungen nur in wenigen und beſtimmten Verhältniſſen der Beſtandtheile ſtatthaben. In einer Reihe ausgezeichneter Arbeiten, welche den Jahren 1801 — 1808 angehören, zeigte er, daß die Bildung der Oxyde, der Schwefelverbindungen und der Salze ganz allgemein an feſte und unveränderliche Verbindungsverhältniſſe gebunden iſt; daß ſcheinbare Ausnahmen hiervon nur auf mechaniſcher Mengung von Verbindungen in feſten Proportionen beruhen. Dieſes Geſetz der beſtimmten Proportionen ſprach Prouſt zuerſt 1801 für die Oxyde aus: Les proportions toujours invariables, ces attributs constans, qui caractérisent les vrais composés de l'art, ou ceux de la nature, en un mot, ce pondus naturae, si bien vu de Stahl; tout cela, dis-je, n'est pas plus au pouvoir du chimiste que la loi d'élection qui préside a toutes les combinaisons. Anfangs glaubte

Digitized by Google

Anſichten der Chemiker um 1800 über die Conſtanz der Verbindungsverhältniſſe.

Proust, daß ſich zwei Beſtandtheile nur in einem einzigen oder höchſtens in zwei Verbindungsverhältniſſen vereinigen können; ſpäter jedoch, wo er bei einzelnen Metallen drei Oxydationsſtufen kennen lernte, betrachtete er die mittlere als aus der Vereinigung der beiden äußerſten in Einem Zuſammenſetzungsverhältniſſe hervorgehend. (Vergl. Theil I., Seite 358.)

Verſchiedene Verbindungen können ſich nach Proust in unbeſtimmten Verhältniſſen mit einander miſchen, aber das Product dieſer Vereinigung iſt keine chemiſche Verbindung; es iſt eine Löſung. So unterſchied Proust die wahren chemiſchen Verbindungen (nach ihm combinaisons), die nur in beſtimmten und conſtanten Proportionen zuſammengeſetzt ſind, von den Löſungen (nach ihm dissolutions, obgleich Lavoiſier mit dieſem Worte den entgegengeſetzten Begriff verbunden hatte), die in variabeln und allmälig wechſelnden Verhältniſſen ſtatthaben können.

Berthollet's und Proust's Anſichten waren ſich alſo geradezu entgegengeſetzt; ein wiſſenſchaftlicher Streit erhob ſich unter ihnen, welcher mit der vollkommenen Entſcheidung dieſer Frage geendigt hat. Proust's Arbeiten begannen im Jahre 1801; für die Oxyde wie für die Schwefelmetalle ſtellte er da bereits die Schlüſſe auf, die ich oben mittheilte. Berthollet erwähnte in ſeiner Statique chymique dieſer Arbeiten von Proust mißbilligend, und forderte dieſen gewiſſermaßen zu einer Kritik auf, welche auch den in der Statique chymique geäußerten Anſichten gleich nach ihrem Erſcheinen (im Jahre 1804) ausgezeichnet zu Theil wurde. Der Streit zwiſchen Berthollet und Proust, was Scharfſinn und wiſſenſchaftlichen Anſtand angeht, von beiden Theilen gleich ausgezeichnet geführt, zog ſich hin bis zum Jahre 1808, welchen Zeitpunkt man als den betrachten kann, wo allgemein chemiſche Verbindungen als ſolche, denen beſtimmte unabänderliche Zuſammenſetzungsverhältniſſe zukommen, angeſehen wurden.

Aber ſchon früher, während der Dauer des Streites zwiſchen Berthollet und Proust, hatten einzelne Chemiker dieſe Anſicht angenommen, und Folgerungen gezogen, welche die von Proust empiriſch aufgefundenen Thatſachen einer allgemeineren Betrachtungsweiſe unterordneten. Es war dies beſonders Dalton, der in ſeiner atomiſtiſchen Theorie das Geſetz der beſtimmten Proportionen auf eine theoretiſche Grundlage zurückzuführen ſuchte.

Proust hatte ausgemittelt, daß, wenn zwei Beſtandtheile ſich in mehrfachen Verhältniſſen verbinden, dieſes ſprungweiſe, ohne allmälige

Digitized by Google

Zwischenglieder, geschieht. Aber er hatte seine Resultate stets in einer Art ausgedrückt, welche ihm das Vorhandensein eines wichtigen Gesetzes verdeckte; nämlich indem er immer zu bestimmen suchte, wieviel von den Bestandtheilen in 100 Gewichtstheilen der Verbindung enthalten ist. Nach dieser empirischen Bezeichnungsweise stellte er z. B. folgende Resultate auf.

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	80	87	78,4
Sauerstoff:	13,8	20	13	21,6

Er dachte aber nicht daran, die Rechnung so zu führen, wieviel des einen Bestandtheils in den beiden Oxydationsstufen mit derselben Menge des andern vereinigt wäre, wo er folgende Resultate erhalten hätte, wenn er die Angabe der Zusammensetzung der niedrigeren Oxydationsstufe unverändert beibehalten hätte:

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	86,2	87	87
Sauerstoff:	13,8	21,5	13	24

wo ihm vielleicht aufgefallen wäre, daß in den Oxydationsstufen des Zinns 24 ziemlich nahe $= 2.13$, und in denen des Kupfers 21,5 auch annähernd $= 2.13{,}8$ ist. Diese Betrachtungsweise, die verschiedenen Mengen des Einen Bestandtheils, welcher sich mit einem andern in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden vermag, auf eine constante Gewichtsmenge des letzteren zu beziehen, versuchte zuerst Dalton.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Dalton untersuchte im Anfange dieses Jahrhunderts das sogenannte ölerzeugende Gas und das Kohlenwasserstoffgas; er fand, daß auf dieselbe Gewichtsmenge Kohlenstoff in dem letzteren genau das Doppelte der Gewichtsmenge an Wasserstoff enthalten ist, als im ersteren. Er versuchte, ob sich diese Regelmäßigkeit in anderen ähnlichen Verbindungen wiederfinde, und fand sie an den Oxydationsstufen des Kohlenstoffs, den Verbindungen von Stickstoff mit Sauerstoff u. s. w. bestätigt. — Dalton entdeckte also, daß wenn ein Bestandtheil sich in verschiedenen Gewichtsmengen mit derselben Gewichtsmenge eines andern Bestandtheils verbindet, die ersteren Gewichtsmengen unter einander einfache Multipla sind; er entdeckte das Gesetz der multiplen Proportionen.

Dalton suchte sich für diese Erscheinung eine theoretische Vorstellung zu schaffen. Er nahm an, alle Körper bestehen aus kleinen Theilchen, die

Digitized by Google

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

keine weitere Zertheilung zulassen, aus Atomen; und Verbindung entstehe aus dem Aneinanderlagern sehr weniger Atome Eines Bestandtheils an sehr wenige Atome des andern. Als das am häufigsten Vorkommende nahm Dalton an, es verbinde sich 1 Atom des einen Bestandtheils mit 1 Atom des andern; in diesem Falle giebt das Zusammensetzungsverhältniß der Verbindung die relativen Gewichte von den Atomen der Bestandtheile.

Diese Vorstellungen Dalton's werde ich bei der besondern Betrachtung der atomistischen Theorie noch einmal zu besprechen haben. Die hier geäußerten Ansichten hatte er bereits im Jahre 1804 gefaßt, wo er sie einem andern englischen Chemiker, Thomson, mittheilte. Zu dieser Zeit hatte er auch bereits die Atomgewichte verschiedener Körper bestimmt, wobei er das des leichtesten, des Wasserstoffs, als Einheit annahm. Die Genauigkeit seiner damaligen Bestimmungen läßt sich aus folgender Tabelle ersehen, wo seine Angaben mit denen von Berzelius verglichen sind [1]).

Dalton's Atomgewichtstafel. 1804.

Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Wasserstoff	1	12,5	12,5
Kohlenstoff	5	76,4	13,3
Stickstoff	5	88,5	17,7
Sauerstoff	6,5	100,0	15,4

Die bedeutenden Abweichungen der letzten Columne, deren Zahlen bei richtigen Bestimmungen Dalton's unter sich gleich sein müßten, zeigen, wie ungenau dieser erste Versuch der Ermittelung von Atomgewichten war, und in der That lagen zu der damaligen Zeit noch zu wenig exacte Bestimmungen vor, als daß sie hätten genauer sein können. Doch hatte Dalton vollkommen eingesehen, welche Anwendung sich davon machen läßt; in dem Abschnitte über chemische Zeichen werde ich mittheilen, welchen Weg er einschlug, um mit Zugrundelegung der angegebenen Atomgewichte die Zusammensetzung verschiedener Verbindungen auszudrücken.

---

[1]) Ich habe hier und in dem Folgenden stets die Berzelius'schen Angaben als die richtigen zur Vergleichung beigesetzt, obgleich einige derselben in der letzten Zeit Abänderungen erlitten haben. Es konnte dies um so mehr geschehen, als die Fehler, womit sie höchstens behaftet sind, jedenfalls nicht in Anschlag kommen gegen die Unrichtigkeiten der früheren Bestimmungen.

Digitized by Google

Dalton's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Dalton's Anſichten wurden zuerſt 1807 von Thomſon in deſſen System of Chemistry bekannt gemacht; in demſelben Jahre noch erhielt des Erſteren Geſetz der multiplen Proportionen durch andere Gelehrte Beſtätigung. Thomſon und Wollaſton unterſuchten die neutralen und ſauren kleeſauren Salze, und fanden, daß die mit derſelben Gewichtsmenge Baſis darin verbundenen Mengen Säuren einfache Multipla unter einander ſind. Wollaſton zeigte beſonders überzeugend, daß ſich die Kleeſäure in verſchiedenen Mengen mit derſelben Quantität Kali verbinden kann, und daß ſich dieſe Mengen genau verhalten wie 1 : 2 : 4; ferner daß in den verſchiedenen Verbindungen der Kohlenſäure mit Kali in der einen auf dieſelbe Menge Kali gerade noch einmal ſo viel Säure enthalten iſt, als in der andern. Dieſe Thatſachen richteten die Aufmerkſamkeit der Chemiker in hohem Grade auf Dalton's Theorie. Im Jahre 1808 erſchien nun des Letzteren Werk: New System of Chemical Philosophy, und hierin theilte er ſelbſt die Grundzüge ſeiner Anſichten mit. Als eine bedeutende Erweiterung der ſtöchiometriſchen Kenntniſſe, welche wir Dalton verdanken, muß auch noch ſeine Entdeckung hervorgehoben werden, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Beſtandtheile ausgedrückt iſt, ein Reſultat, daß ebenſowohl aus ſeiner atomiſtiſchen Theorie hervorgeht, als auch von ihm in der Erfahrung nachgewieſen wurde.

In dem eben angeführten Werke theilte Dalton eine Tafel der Atomgewichte von 37 Subſtanzen mit, von welchen ich hier die der wichtigſten ausziehe, und ihnen wieder eine Vergleichung mit den zugehörigen Berzelius'ſchen Zahlen beifüge.

Dalton's Atomgewichtstafel. 1808.

Subſtanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.	Subſtanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Waſſerſtoff	1	12,5	12,5	Strontian	46	647,3	14,1
Stickſtoff	5	88,5	17,7	Baryt	68	956,9	14,1
Kohlenſtoff	5	76,4	15,3	Eiſen	38	339,2	8,9
Sauerſtoff	7	100,0	14,3	Zink	56	403,2	7,2
Schwefel	13	201,2	15,5	Kupfer	56	395,7	7,1
Bittererde	20	258,3	12,9	Blei	95	1294,5	13,6
Kalk	23	356,0	15,4	Silber	100	1351,6	13,5
Natron	28	390,9	13,9	Platin	100	1233,3	12,3
Kali	42	589,9	14,0	Queckſilber	167	2531,6	15,1

Digitized by Google

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Es stimmen in dieser Tabelle die Zahlen der letzten Columne schon besser, als dies in der früheren der Fall war; sie kommen sich mit wenig Ausnahmen ziemlich nahe, und diese Ausnahmen beruhen meist auf einer andern Betrachtungsweise der Zusammensetzung, als wir sie jetzt anzunehmen gewohnt sind, und geben deßwegen ein einfaches Submultiplum der sonst ziemlich constanten Verhältnißzahl. Wie Dalton mit Hülfe dieser Annahmen für die Atomgewichte der genannten Substanzen sich die Constitution der Verbindungen aus ihnen vorstellte, in Bezug darauf muß ich wieder auf den Abschnitt über chemische Zeichen verweisen.

Wir sind jetzt mit der Betrachtung der Geschichte der Stöchiometrie bis zum Jahre 1808 gekommen, wir haben als Hauptpunkte der bis dahin gewonnenen Erkenntniß Richter's Gesetz der Proportionen, Dalton's Gesetz der multiplen Proportionen und des Letzteren Entdeckung, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile gegeben ist, kennen gelernt. Der chronologischen Ordnung nach müßten wir jetzt zu den Arbeiten von Gay-Lussac über die Verbindungsverhältnisse der Gase übergehen, die bald von dem größten Einfluß auf die Stöchiometrie wurden. Doch sei es erlaubt, um die Vervollkommnung der stöchiometrischen Tabellen im Zusammenhange zu verfolgen, hier gleich noch einige zusammenzustellen, die sich an Dalton's Arbeiten unmittelbar anschließen, und auf welche Gay-Lussac's bald zu erwähnende Entdeckung noch von keinem Einflusse war.

Dalton's Entdeckungen in der Stöchiometrie und die theoretischen Ansichten, welche er sich darüber bildete, beschäftigten bald die Aufmerksamkeit der Chemiker, von denen einzelne sich dagegen erklärten, während die meisten mit dem Zugeständniß der Richtigkeit der empirisch gefundenen Regelmäßigkeiten auch der theoretischen Ansicht Dalton's beitraten. Zu den frühesten Vertheidigern der atomistischen Theorie in England, Thomson und Wollaston, gesellte sich bald, noch 1807, H. Davy, der im Anfange der atomistischen Theorie keinen Beifall geschenkt hatte. Als er ihr zugetreten war, führte er für den von Dalton gebrauchten Ausdruck „Atomgewicht" eines Körpers die Bezeichnung „Proportionalzahl" ein; Wollaston gebraucht ein demselben Sinne den Ausdruck „Aequivalent", welcher viel Beifall unter den Chemikern fand, die Dalton's Ansichten über die Ursachen der bestimmten Proportionen nicht theilten. — In Frankreich erfuhr Dalton's atomistische Theorie heftigen Widerspruch durch Berthollet

Digitized by Google

1808 in der Einleitung, welche dieſer zu der franzöſiſchen Ueberſetzung von Thomſon's Chemie ſchrieb, und es war dies nicht zu verwundern, da mit jener Theorie die von Berthollet über die Gewichtsverhältniſſe, worin ſich Beſtandtheile zu Verbindungen vereinigen, geäußerten Anſichten ſchlechterdings nicht vereinbar waren. In Deutſchland zeigten ſich gleichfalls viele Chemiker, den dynamiſchen Anſichten über die Materie zugethan, Dalton's atomiſtiſcher Theorie abgeneigt; die empiriſchen Reſultate deſſelben, das Statthaben beſtimmter Proportionen, in welchen ſich die Elemente unter einander vereinigen, wurde indeß anerkannt, und die Ermittelung dieſer Proportionen, die Beſtimmung der Atomgewichts- oder Aequivalentszahlen zu einem der wichtigſten Gegenſtände der chemiſchen Forſchung.

Thomſon's Atomgewichtstafel. 1810.

Nach Dalton war es zunächſt Thomſon, der eine Tafel der Aequivalentgewichte für 23 Säuren und Baſen berechnete und bekannt machte, und zwar in dem 1810 erſchienenen V. Bande ſeines System of Chemistry. Um über die Genauigkeit urtheilen zu laſſen, welche zu dieſer Zeit die ſtöchiometriſchen Beſtimmungen hatten, hebe ich folgende Angaben der wichtigeren Subſtanzen aus, und füge die Vergleichung mit Berzelius' Zahlen wieder bei [1]).

Baſen.	Thomſon.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Thomſon.	Berzelius.	Verhältniß.
Baryt	63	956,9	15,2	Weinſteinſ.	45,7	830,7	18,2
Strontian	37,6	647,3	17,2	Oxalſ.	39,5	452,8	11,5
Kali	38	589,9	15,5	Eſſigſ.	36	643,2	17,9
Natron	23,3	390,9	16,7	Citronenſ.	35,1	730,7	20,8
Kalk	21,8	356,0	16,3	Salpeterſ.	34	677,0	19,9
Bittererde	17,6	258,3	14,7	Bernſteinſ.	32,5	630,7	19,4
				Schwefelſ.	31	501,2	16,2
				Phosphorſ.	22	446,1	20,3
				Salzſ.	18	342,6	19,0
				Kohlenſ.	16,5	276,4	17,0
				Flußſ.	11,5	133,8	11,7

[1]) Hinſichtlich der Zahlen für Phosphorſäure, Salzſäure und Flußſäure verweiſe ich auf das in der Note zu Fiſcher's Tafel, Seite 365, Geſagte.

Digitized by Google

Aus den Differenzen zwischen den Zahlen der letzten Columne läßt sich absehen, wie ungenau noch alle stöchiometrischen Bestimmungen um 1810 waren.

Viel genauer und reichhaltiger war eine Tabelle, die kurz nach dieser Zeit von Wollaston zusammengestellt wurde. Wollaston beschäftigte sich namentlich um 1813 viel mit den Atomgewichten, oder wie er sie nannte, Aequivalentgewichten. Um die Rechnung mit denselben zu erleichtern, construirte er seine synoptische Scale der chemischen Aequivalente, indem er die schon bekannten logarithmischen Rechnenstäbe zu chemischen Aequivalentenscalen einrichtete, und so ein Mittel in die Hand gab, die Resultate aller vorkommenden Rechnungen mit Aequivalentgewichten auf ganz mechanische Art zu finden. Diese mechanischen Einrichtungen wurden zu jener Zeit mit Beifall aufgenommen, und mancherlei Verbesserungen und Abänderungen an ihnen angebracht; sie geriethen jedoch bald in Abnahme, sobald die Atomgewichte schärfer bestimmt wurden, und ihre Anwendung also die Ableitung genauerer Resultate gestattete, als die mechanische Verrichtung noch geben konnte.

Wollaston's Atomgewichtstafel. 1814.

Wollaston's Tabelle vom Jahre 1814 läßt uns sogleich einen bedeutenden Fortschritt in der Bestimmung der Atomgewichte erkennen. Sie war aus den besten damaligen Bestimmungen (meist aus denen anderer Chemiker, worunter viele auch bereits von Berzelius), abgeleitet. Wollaston wich darin von Dalton ab, daß er nicht wie dieser als Einheit das Atomgewicht des Wasserstoffs wählte, sondern das des Sauerstoffs = 10 setzte, und darauf die Atomgewichte der anderen Substanzen bezog. Wollaston's Tabelle war schon viel vollständiger als die Dalton's; sie umfaßte die Atomgewichte vieler einfachen Körper, und die Constitution und Atomgewichte vieler Basen, Säuren und Salze. Ich theile von seinen Angaben hier die wichtigsten mit; eine Vergleichung mit den Berzelius'schen Zahlen ergiebt sich leicht, da Beider Darstellung nur darin abweicht, daß bei Wollaston das Atomgewicht des Sauerstoffs = 10, bei Berzelius = 100 angenommen ist.

Digitized by Google

Wollaston's Atomgewichtstafel. 1814.

Substanz.	Wollaston.	Berzelius.	Substanz.	Wollaston.	Berzelius.
Wasserstoff	1,32	12,5	Kalium	49,1	489,9
Sauerstoff	10,00	100,0	Bittererde	24,6	258,3
Wasser	11,32	112,5	Calcium	25,46	256,0
Kohle	7,54	76,4	Strontian	63	647,3
Schwefel	20,00	201,2	Baryt	97	956,9
Phosphor	17,40	196,2	Eisen	34,5	339,2
Stickstoff	17,54	177,0	Kupfer	40	395,7
Chlor	44,1	442,6	Zink	41	403,2
Kleesäure	47,0	452,8	Queckfilber	125,5	1265,8
Ammoniak	21,5	214,5	Blei	129,5	1294,5
Natrium	29,1	290,9	Silber	135	1351,6

Es ist hier nur zu der Bestimmung des Atomgewichts des Phosphors die Bemerkung zu machen, daß Wollaston in der Phosphorsäure auf 1 Aequivalent Phosphor 2 Aequivalente Sauerstoff annahm. — Die anderen in der Tabelle vorkommenden Verbindungen betrachtete er schon meist ganz so, wie es jetzt noch der Fall ist.

So waren um 1814 schon die Atom- oder Aequivalentgewichte der Körper in einer Weise festgestellt, welche von den jetzt gebrauchten sich nur in der Beziehung unterschieden, daß die einzelnen Zahlenwerthe nicht ganz so genau waren, und daß die Bestimmungen ganz empirisch diejenigen Gewichtsverhältnisse ausdrückten, nach welchen sich die Constitution der Verbindung am einfachsten ergab. Diese Gewichte wurden von Einigen als die wahren relativen Gewichte der Atome der Körper angesehen, aber für keine Klasse von Körpern wurde bei den obigen Bestimmungen eine andere Betrachtungsweise geltend gemacht, welche als Beweis hätte hinzutreten können, daß die so gefundenen Aequivalentgewichte auch wirklich die Atomgewichte sind. Ein neuer Gesichtspunkt wurde möglich, nachdem schon 1808 Gay-Lussac ein einfaches Gesetz über die Verbindungsverhältnisse der Gasarten hatte kennen lehren. Die näheren Umstände dieser Entdeckung, die der Stöchiometrie ganz angehört, haben wir nun zu betrachten.

Die ersten Versuche, die Raumverhältnisse zu bestimmen, in welchen sich zwei Gasarten zu einer chemischen Verbindung vereinigen, datiren aus

Digitized by Google

den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts. Die Versuche von Priestley, welcher mittelst Salpetergas den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu bestimmen suchte, gehören weniger hierher. Lavoisier war der erste, der in dieser Beziehung genaue Untersuchungen anstellte. Bereits im Jahre 1783 untersuchte er in Gemeinschaft mit La Place, in welchem Verhältniß sich Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbindet, und fand es 1 Volumtheil Sauerstoffgas zu 1,91 Volumtheilen Wasserstoffgas. Bei einer gleich darauf folgenden Wiederholung des Versuchs, die er gemeinschaftlich mit Meusnier anstellte, bestimmte er das Verhältniß wie 12 Raumtheile Sauerstoffgas zu 23 Raumtheilen Wasserstoffgas. Fourcroy, Vauquelin und Seguin fanden 1790, daß 100 Volumtheile Sauerstoffgas sich mit 205 Volumtheilen Wasserstoffgas zu Wasser vereinigen. Keiner von allen diesen dachte indeß daran, daß das Verhältniß der Volumtheile einfach 1 zu 2 sein könnte, obgleich die Resultate der Beobachtungen nur wenig davon abwichen. — Ebenso hatte schon 1785 Berthollet gezeigt, daß bei dem Zersetzen von 100 Volumtheilen Ammoniakgas die nun getrennten Bestandtheile 194 Volumtheile einnehmen, ohne zu bemerken, wie nahe dies Ausdehnungsverhältniß 1:2 ist. Auf diese Regelmäßigkeit in ihrer ganzen Wichtigkeit machte erst Gay-Lussac 1808 aufmerksam.

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase.

Bereits 1805 hatte dieser Gelehrte in Gemeinschaft mit Alexander von Humboldt gefunden, daß die Vereinigung von Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas zu Wasser genau in dem Verhältniß von 1 Volumtheil des ersteren zu 2 Volumtheilen des letzteren Gases stattfindet. Auch Gay-Lussac indeß verallgemeinerte diese Bemerkung zu jener Zeit noch nicht, erst 1808 fand er, durch genaue Zerlegung vieler Verbindungen, deren Bestandtheile gasförmig sind, daß, wenn sich zwei Gase mit einander vereinigen, dies immer in der Art geschieht, daß die Volume der Bestandtheile, welche in der Verbindung enthalten sind, in einem einfachen Verhältniß zu einander stehen. Er zeigte, daß die Bildung des Wasses hierher gehört, insofern sich dabei 1 Volum Sauerstoffgas mit genau 2 Volumen Wasserstoffgas verbindet; er zeigte weiter, daß Salmiak durch die Vereinigung von 1 Volum Salzsäuregas mit genau 1 Volum Ammoniakgas entsteht, daß Fluorborongas sich in zwei Verbindungen mit Ammoniakgas verbindet, entweder zu gleichen Raumtheilen, oder in dem Verhältniß von 2 Volumtheilen des ersteren Gases auf 1 Volumtheil des letzteren; daß bei der Verbindung des

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Verbindungsverhältniſſe d. Gaſe.

Kohlenſäuregaſes daſſelbe Verhalten ſtatthat. Ebenſo zeigte er, daß Schwefelſäure entſteht durch Verbindung von 1 Volumtheil ſchwefliger Säure mit ½ Volumtheil Sauerſtoff, und auch die Zuſammenſetzung des Ammoniaks ergab ſich nun ſchon aus Berthollet's älteren Verſuchen, die ſein Sohn zu dieſer Zeit wiederholte, als aus 1 Maaß Stickgas auf 3 Maaß Waſſerſtoffgas beſtehend. Dieſe Geſetzmäßigkeit, daß, wenn ſich ein gasförmiger Beſtandtheil in mehreren Verhältniſſen mit einem andern Gas verbindet, die Mengen des erſteren (nach Volum), welche zu derſelben Volummenge des zweiten treten, einfache Multipla unter einander ſind, wies Gay-Luſſac damals beſonders überzeugend für die Oxydationsſtufen des Stickſtoffs nach. Er fand, daß die folgenden Verbindungen aus ihren Beſtandtheilen (dieſe im Gaszuſtand gedacht) zuſammengeſetzt ſind:

Stickoxydul	aus	2	Maaß	Stickgas	auf 1	Maaß Sauerſtoffgas
Stickoxyd	»	2	»	»	2	» »
ſalpetrige Säure	»	2	»	»	4	» »

Gay-Luſſac zeigte ferner, daß das Volum des Products einer ſolchen Verbindung, wenn es gasförmig iſt, zu der Summe der Volume der Beſtandtheile in einem einfachen Verhältniß ſteht; daß es entweder der Summe der Volume der Beſtandtheile gleich iſt, oder ½ oder ⅓ . . . . davon; wie z. B. im Ammoniak 1 Volum Stickgas und 3 Volume Waſſerſtoffgas (zuſammen 4 Volume) zu 2 Volumen der Verbindung vereinigt ſind, und ſalpetrige Säure ſich bildet, indem 1 Maaß Stickgas ſich mit 2 Maaß Sauerſtoffgas zu 2 Maaß der Verbindung (⅔ der Summe der Volume der Beſtandtheile) vereinigt.

Die Regelmäßigkeiten, welche Gay-Luſſac hinſichtlich der Verbindung gasförmiger Beſtandtheile nachwies, wurden den Chemikern 1809 bekannt, wo ſie Gay-Luſſac in dem 2. Bande der Mémoires de la société d'Arcueil publicirte. Sie ſchienen anfangs mit Dalton's Anſichten nicht verträglich. Der Grund davon lag einfach darin, daß zu jener Zeit noch alle Beſtimmungen der ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten ſehr unvollkommen waren. Wenn es nach Dalton hinſichtlich der Zuſammenſetzung nach Gewicht allgemein wahr iſt, daß chemiſche Verbindungen überhaupt nach einfachen Verhältniſſen der Atomgewichte ihrer Beſtandtheile zuſammengeſetzt ſind, daß in Verbindungen nach mehrfachen Verhältniſſen auf 1 Atomgewicht des einen Beſtandtheils einfache Multipla des Atomgewichts des andern Beſtandtheils enthalten ſind — wenn es

Digitized by Google

andererſeits nach Gay-Luſſac wahr iſt, daß ſolche Regelmäßigkeiten auch für die Verbindungen der Gaſe nach Volumen gelten — ſo läßt ſich hieraus kein anderer Schluß ziehen, als daß Ein Volum eines Gaſes zugleich Ein Atomgewicht deſſelben iſt, daß gleiche Volume verſchiedener Gaſe im Verhältniß ihrer Atomgewichte ſchwer ſind; daß alſo die ſpecifiſchen Gewichte der Gaſe auch ihre Atomgewichte ſind, oder doch in einem einfachen Verhältniß dazu ſtehen. Und wenn dies nicht der Fall iſt, ſo müſſen entweder Dalton's Geſetze oder die Gay-Luſſac's ungültig ſein. Die ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten waren aber damals im höchſten Grade unvollkommen ermittelt; von den einfachen Körpern kannte man nur drei im Gaszuſtand in Hinſicht auf ihre Dichtigkeit, und ſelbſt bei dieſen wenigen ſtimmten die damals als die beſten angeſehenen Dichtigkeitsbeſtimmungen nicht mit dieſer Folgerung. Kann es unter dieſen Umſtänden wundern, wenn Dalton, von der Richtigkeit ſeiner Anſichten überzeugt, Bedenken trug, die Folgerungen von Gay-Luſſac's Verſuchen anzuerkennen? In der That ſuchte Dalton in dem 1810 erſchienenen 2. Bande ſeines New System of Chemical Philosophy zu widerlegen, daß eine ſolche Regelmäßigkeit hinſichtlich der Verbindung von gasförmigen Körpern ſtatthabe, wie ſie Gay-Luſſac angezeigt hatte. Die letzteren indeß beſtätigten ſich bald allgemein (wenn die Genauigkeit, womit Gay-Luſſac's Verſuche angeſtellt waren, noch eine Beſtätigung nöthig machte), und bald ſah man auch ein, aus welchem Grunde die Uebereinſtimmung zwiſchen Dalton's und Gay-Luſſac's Geſetzen bisher zu mangeln ſchien.

Untersuchungen über die Verbindungsverhältniſſe d. Gaſe.

Als der Chemiker, welcher vorzüglich die von Gay-Luſſac entdeckten Geſetzmäßigkeiten hinſichtlich der Verbindungsverhältniſſe gasförmiger Körper bei der Beſtimmung der Gewichtsmengen, in welchen ſich die Körper überhaupt vereinigen, zu Grunde legte, iſt Berzelius zu nennen. Berzelius iſt als der Schöpfer des heutigen Zuſtandes der Stöchiometrie zu betrachten; ebenſo wie in dem theoretiſchen Theil der Stöchiometrie (den ich gleich in der Geſchichte der atomiſtiſchen Theorie abhandeln werde), hat er auch in dem experimentellen Vorzügliches geleiſtet. Kein anderer hat, ſo wie er, die von Richter, Dalton und Gay-Luſſac für verhältnißmäßig wenig Verbindungen aufgefundenen Geſetze zu beſtätigen, zu verallgemeinern und erweitern gewußt, keiner ſich um die ſorgfältige Beſtimmung

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Digitized by Google

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

der dabei in Betracht kommenden Zahlenverhältniſſe ſo viel Verdienſt erworben, als Berzelius.

Berzelius' Arbeiten fingen weit früher an, als bis wohin wir in dem Vorhergehenden bereits die Fortſchritte der Stöchiometrie verfolgt haben, und an der Entwicklung bis zu dieſem Zeitpunkt hatte er bereits wichtigen Antheil, wie denn beſonders in der Seite 376 mitgetheilten Tabelle von Wollaſton viele Beſtimmungen ihre Richtigkeit der Genauigkeit der Analyſen von Berzelius verdanken, aus denen ſie abgeleitet ſind.

Berzelius wurde zu Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand geführt, als er die erſte Auflage ſeines Lehrbuchs der Chemie (welche 1808 erſchien) bearbeitete, und zu dieſem Behuf unter anderen wenig geleſenen Werken auch Richter's Schrift »über die neueren Gegenſtände der Chemie« durchging. Berzelius' durchdringender Geiſt ſah ſogleich die lange verkannte Wichtigkeit der Richter'ſchen Betrachtungsweiſe ein, er ſah, daß dieſe Betrachtungsweiſe ein Mittel in die Hand giebt, aus der genauen Analyſe einiger Salze die Zuſammenſetzung aller anderen Salze, welche aus den erſteren durch wechſelſeitige Zerſetzung unter Beibehaltung der Neutralität gebildet werden können, mit Sicherheit abzuleiten. Berzelius ſah ein, daß die erſte Grundlage zur Anwendbarkeit dieſer Berechnungsmethode in möglichſt ſcharfen Analyſen einiger Salze geſucht werden muß; er begann an dieſer Feſtſtellung der ſtöchiometriſchen Elemente zu arbeiten in einer Zeit (vor 1808), als weder Dalton's atomiſtiſche Theorie noch Gay-Luſſac's Entdeckungen über die Verbindungsverhältniſſe der Gaſe zur allgemeineren Kenntniß gekommen waren. Als Dalton's Entdeckung der multiplen Proportionen und der Geſetzmäßigkeit, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte der darin enthaltenen Beſtandtheile gegeben iſt, Berzelius bekannt wurde, hatte er bereits unter den ſchon gewonnenen Reſultaten ſeiner Analyſen viele, welche dieſe Anſichten auf eine ausgezeichnete Weiſe beſtätigten. Und indem Berzelius alle ſeitdem in das Gebiet der Stöchiometrie fallenden Entdeckungen in das Bereich ſeiner Arbeit aufnahm, und ſelbſt mehrere der wichtigſten Regelmäßigkeiten entdeckte, gewannen ſeine Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand eine ſolche Ausdehnung, wie kaum je irgend ein anderer Chemiker einen einzelnen Zweig der Chemie umfaſſend behandelt hat.

Berzelius, nicht mit den vagen Uebereinſtimmungen zwiſchen Rechnung und Erfahrung zufrieden, welche für Richter und Dalton in

Digitized by Google

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

vielen Fällen genügend waren, um die Existenz von Naturgesetzen für erwiesen zu erachten, fand im Gegentheil in den Differenzen zwischen den unmittelbaren Ergebnissen der Analyse und der aus einigen früher bestimmten Elementen geführten Rechnung die Wegweiser, welche ihn zu einer hinreichend scharfen Ausmittelung aller in der Stöchiometrie vorkommenden Zahlengrößen leiteten. Er sah in jeder, noch so kleinen, Differenz das Kennzeichen eines begangenen Beobachtungsfehlers, aber durch häufige Wiederholung der Versuche nach verschiedenen Methoden lernte er die begangenen Fehler kennen und vermeiden; indem er so zeigte, nach welchen Methoden man arbeiten muß, um die Resultate von Analysen in vollkommene Uebereinstimmung mit der theoretischen Berechnung zu bringen, hob er die analytische Chemie zu einer Stufe der Vollkommenheit, welche sie ohne diese scharfe Controle, ohne seinen Scharfsinn in der Auswahl der zweckmäßigsten Methoden und in der Auffindung neuer Hülfsmittel und ohne seine bewundernswürdige Ausdauer nie erreicht hätte.

Von den vielen wichtigen Wahrnehmungen, welche Berzelius bei diesen Untersuchungen machte, erwähne ich hier, als der Zeit nach der ersten, derjenigen über das Verhältniß der Sauerstoffmengen der Basen und Säuren in neutralen Salzen. Daß das Sättigungsvermögen der Metalloxyde von ihrem Sauerstoffgehalt abhängt, hatte schon Richter gefunden; durch Davy's Entdeckung, daß auch die Alkalien Metalloxyde sind, wurde in dieser Beziehung weiteren Forschungen die Bahn eröffnet, und Berzelius zeigte 1810 durch die genauesten Untersuchungen, daß allgemein bei Bildung eines Neutralsalzes eine bestimmte Menge von einer Säure immer in der sie sättigenden Basis dieselbe Menge Sauerstoff voraussetzt. Berzelius ging aber nun weiter zur Beantwortung der Frage, wie sich die Menge des Sauerstoffs in den Säuren zu der Menge einer Basis, welche sie sättigen, verhält; und schon 1811 wurde von ihm nachgewiesen, daß eine Säure in jedem Neutralsalze, das sie bildet, entweder eine gleiche Menge, oder doppelt, oder dreifach u. s. w. so viel Sauerstoff enthält, als die Basismenge, wodurch sie neutralisirt wird, daß also in den neutralen Salzen der Sauerstoff der Base ein Theiler ist für den Sauerstoff der Säure. Diese und andere Entdeckungen von Berzelius, daß z. B. wenn ein Schwefelmetall in ein schwefelsaures Salz oxydirt wird, das letztere neutral ist, u. s. w., trugen hauptsächlich dazu bei, die Wichtigkeit der stöchiometrischen Rechnungen in's rechte Licht zu setzen.

Digitized by Google

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Kein anderer Chemiker hat die Geſetze der Stöchiometrie ſo fruchtbar zu machen gewußt, kein anderer hat ſie in ſo vielen verſchiedenen Fällen nachgewieſen, wo man weit entfernt war, derartige Regelmäßigkeiten vorauszuſetzen. Außer ſeinen zahlreichen Unterſuchungen über Verbindungen der unorganiſchen Chemie, deren atomiſtiſche Conſtitution er aufzufinden ſich beſtrebte, waren beſonders diejenigen Entdeckungen von ihm für die Chemie wichtig, daß auch alle organiſchen Subſtanzen nach den Regeln der Stöchiometrie zuſammengeſetzt ſind, und daß die Producte des Mineralreichs ebenſo eine beſtimmte Regelmäßigkeit der Zuſammenſetzung befolgen, und ſich ganz als chemiſche Verbindungen betrachten und claſſificiren laſſen. Ueber dieſe Gegenſtände findet ſich die weitere Mittheilung des Hiſtoriſchen, wo von der Mineralogie als einer Hülfswiſſenſchaft der Chemie gehandelt wurde, und wo die Entwicklung der organiſchen Chemie zu beſprechen iſt. Hier aber iſt zunächſt noch weiter auszuführen, wie Berzelius ſich ein unvergängliches Verdienſt dadurch erworben hat, daß er die Atomgewichte aller einfachen Körper, alle ſtöchiometriſchen Elemente, durch genaue Verſuche möglichſt ſcharf feſtzuſtellen ſuchte. Seine Bemühungen in dieſer Beziehung machten eine Reihe von Arbeiten nöthig, von einer Ausdehnung, wie ſie kaum bei der Löſung irgend eines andern wiſſenſchaftlichen Problems wieder vorkam, und er führte ſie mit einer Genauigkeit aus, daß noch für lange Zeit ſeine Beſtimmungen im Allgemeinen die leitenden ſein werden. Mögen auch in neueſter Zeit einige ſeiner Beſtimmungen Berichtigungen erhalten haben, ſo ſind doch dieſe nicht bedeutend; Berzelius hat wenigſtens die Atomgewichte mit einer ſolchen Genauigkeit ausgemittelt, daß über die Conſtitution der Verbindungen kein Zweifel bleiben konnte; und welche andere Arbeit in der Chemie kann ſich, mit Berückſichtigung der Zeit, wo ſie angeſtellt wurde, mit der von Berzelius an Genauigkeit meſſen, welche andere Zahlenbeſtimmungen haben, trotz des raſchen Fortſchreitens dieſer Wiſſenſchaft, ſo lange ſich volle Autorität zu behaupten gewußt?

Berzelius' Beſtimmungen der Atomgewichte (die Arbeiten hierüber ſind urſprünglich in dem 3. — 6. Theile ſeiner Afhandlingar [1810 — 1818] und in den Denkſchriften der Stockholmer Akademie für dieſen Zeitraum enthalten) gaben ſchon in dem Anfange ſeiner Unterſuchungen Reſultate, welche von denen ſeine Vorgänger oft bedeutend abwichen; ſeine ſpäteren Unterſuchungen berichtigten ſeine erſten, zeigten aber zugleich, wie gering

Digitized by Google

die Fehlergrenze auch bei dieſen geweſen war. Ich habe oben angefangen, die Vervollkommnung der ſtöchiometriſchen Tafeln von ihrer erſten Entſtehung an dadurch zu zeigen, daß ich die verſchiedenen Tabellen, wie ſie hintereinander aufgeſtellt wurden, mittheilte. Es wird, um dieſe Ueberſicht zu vollenden, angemeſſen ſein, auch die Atomgewichtstafeln von Berzelius hier einzurücken, und ich wähle hierzu die erſte vollſtändige, die er mittheilte (von 1815), und eine ſpätere gleichfalls von ihm ausgegangene (von 1826), welche letztere ſich in den meiſten Zahlen unverändert bis auf die neueſte Zeit behauptet hat. Die minder wichtigen Elemente glaube ich hier auslaſſen zu dürfen.

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Subſtanz	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Sauerſtoff	100	100
Schwefel	201	201,2
Phosphor	167,5	196,2
Muriaticum	139,6	(142,6)
Fluoricum	60	
Boron	73,3	136,0 (× ½ = 68,0)
Kohle	74,9	76,4
Nitricum	79,5	(77,0)
Waſſerſtoff	6,64	6,24
Arſenik	839,9	470,0 (× 2 = 940,0)
Molybdän	601,6	598,5
Chrom	708,1	351,8 (× 2 = 703,6)
Wolfram	2424,2	1183,2 (× 2 = 2366,4)
Tellur	806,5	806,5
Antimon	1613	806,5 (× 2 = 1613,0)
Kieſel	304,3	277,5
Platin	1206,7	1215,2
Gold	2483,8	1243,0 (× 2 = 2486,0)
Queckſilber	2531,6	1265,8 (× 2 = 2531,6)
Silber	2688,2	1351,6 (× 2 = 2703,2)
Kupfer	806,5	395,7 (× 2 = 791,4)
Nickel	733,8	369,7 (× 2 = 739,4)
Kobalt	732,6	369,0 (× 2 = 738,0)
Wismuth	1774	1330,3 (× ⅓ = 1774)
Blei	2597,4	1294,5 (× 2 = 2589,0)
Zinn	1470,6	735,3 (× 2 = 1470,6)

Digitized by Google

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Subſtanz.	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Eiſen	693,6	339,2 (× 2 = 678,4)
Zink	806,4	403,2 (× 2 = 806,4)
Mangan	711,6	355,8 (× 2 = 711,6)
Aluminium	343	171,2 (× 2 = 342,4)
Magneſium	315,5	158,4 (× 2 = 316,8)
Calcium	510,2	256,0 (× 2 = 512,0)
Strontium	1118,1	547,3 (× 2 = 1094,6)
Baryum	1709,1	856,9 (× 2 = 1713,8)
Natrium	579,3	290,9 (× 2 = 581,8)
Kalium	978,0	489,9 (× 2 = 979,8)

Zu dieſer Tabelle bemerke ich vorerſt, daß in der Phosphorſäure Berzelius 1815 zwei Atome Sauerſtoff annahm; daß Muriaticum, Fluoricum und Nitricum hypothetiſche Körper ſind, welche nach Berzelius' früheren Anſichten die Säuren bilden, die beiden erſteren durch Verbindung mit 2 Atomen Sauerſtoff die hypothetiſche Salzſäure und Flußſäure, die letztere durch Verbindung mit 6 Atomen Sauerſtoff die Salpeterſäure (und dieſen Annahmen gemäß ſind die aus den Angaben von 1826 abgeleiteten Vergleichungen beigefügt).

In Hinſicht auf die Genauigkeit der einzelnen Zahlenbeſtimmungen, inſofern ſie von der größeren Geſchicklichkeit und den vervollkommneteren Methoden zu analyſiren abhängt, haben wir jetzt die ſtöchiometriſchen Tabellen von ihrem erſten Anfange an bis zu unſerer Zeit verfolgt; denn die meiſten der in der zunächſt vorhergehenden Tabelle enthaltenen Größen ſind noch jetzt die allgemein angenommenen, und wenn auch einzelne Beſtimmungen in der letzten Zeit noch genauer ausgeführt worden ſind, als es Berzelius zu der Zeit möglich war, wo er die dahin gehörigen Verſuche ausführte, ſo ſind doch die neueren Reſultate von denen, welche Berzelius auffand, nur wenig verſchieden, ſehr wenig im Verhältniß zu den Aenderungen, durch welche Berzelius alle vor ſeiner Zeit abgeleiteten Angaben berichtigte. In dieſer Beziehung könnten wir uns nun von der Beſtimmung der Atomgewichte wegwenden, aber wenn wir dieſe ſtöchiometriſchen Tabellen aus verſchiedenen Zeitpunkten betrachten, ſo ſehen wir, daß unabhängig von der eben beſprochenen Art der genaueren Zahlen-

Digitized by Google

bestimmung und der Willkürlichkeit, für welchen Körper man das Atomgewicht = 1 oder 10 oder 100 setzt, die Angaben für das Gewicht Eines Atoms sich mannichfach ändern; daß z. B. Dalton in Bezug auf das Atomgewicht des Sauerstoffs das des Wasserstoffs doppelt so groß setzte, als Berzelius; daß 1815 bei vielen Metallen für das Gewicht Eines Atoms gehalten wurde, was 1827 und später als das Gewicht von zwei Atomen angesehen wurde. Es führt uns dies darauf, zu untersuchen, nach welchen Grundsätzen man in den verschiedenen Zeiten für die Körper das relative Gewicht Eines Atoms auszumitteln suchte. Wir haben dies in der Betrachtung der Theorien über die atomistische Constitution der Materie zu untersuchen, die das Vorhergehende vervollständigen muß, in welchem die empirische Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze der hauptsächlichste Gegenstand der Berichterstattung war.

Atomistische Theorie.

Die allgemeinen Betrachtungen darüber, ob die Materie aus kleinen, an sich untheilbaren, Körperchen zusammengesetzt sei, gehören mehr in das Gebiet der Philosophie, als in das der Chemie. Insofern wir hier hauptsächlich die Anwendung dieser Betrachtungsweise auf chemische Erscheinungen im Auge zu behalten haben, wird für die einer solchen Anwendung der Zeit nach vorhergehenden atomistischen Ansichten eine kurze Andeutung genügen.

Ansichten der griechischen Philosophen.

Die erste Aeußerung atomistischer Ansichten reicht vor die Zeit jeder wissenschaftlichen Erforschung der Chemie hinaus; in der griechischen Philosophie sind die ersten Keime dieser später für unsere Wissenschaft so fruchtbaren Idee zu suchen. Leucippus (500 vor Chr. Geb.) war, soweit die Geschichte darüber Auskunft giebt, der Erste, welcher in allen Körpern höchst feine, verschieden gestaltete und auch ihrem Wesen nach verschiedene kleinste Theilchen als Grundlage annahm; eine Folge der Verbindung der gleichartigen unter diesen kleinsten Theilchen sollte die Bildung größerer Massen derselben Substanzen sein. Diese Ansicht wurde hauptsächlich ausgebildet durch Epicur (345 — 274 vor Chr. Geb.), welcher zuerst diesen angenommenen kleinsten Theilchen die Bezeichnung »Atome« beilegte, und dadurch ihre Untheilbarkeit und Unveränderlichkeit aussprach. Das Wesentliche der atomistischen Betrachtungsweise, wie sie von Epicur angedeutet wurde, beruht also darin, daß nach ihr die gesammten Körper durch das Zusammentreffen gleichartiger Theilchen gebildet werden, und daß die Be-

Digitized by Google

Atomistische Theorie.

schaffenheit der Atome zugleich die Eigenschaften der daraus zusammengesetzten Körper bedingt.

Von dieser Zeit an zieht sich die atomistische Theorie durch viele Jahrhunderte durch, angenommen von bedeutenden Gelehrten, vielfach verdreht von den Scholastikern, in deren Naturphilosophie die Zusammensetzung aller Körper aus materiellen Theilchen gelehrt wurde. — Die Chemiker bis zum 17. Jahrhundert haben wenig Bestimmtes darüber ausgesprochen, ob sie der atomistischen Theorie anhingen; derartige Gegenstände lagen meist nicht in dem Kreise ihrer Untersuchung. Einzelne indeß noch in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts gaben gelegentlich eine Ansicht zu erkennen, z. B. van Helmont, für welchen die atomi gas ob nimiam exiguitatem invisibiles sind, und der also doch Atome in den Körpern angenommen zu haben scheint.

Des Cartes' Ansichten.

Die atomistische Theorie gewann noch an Ansehen, als gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts sie Des Cartes [1]) zur Grundlage seiner Ansichten über das Wesen der Materie nahm. Er betrachtete die Materie als zusammengesetzt aus Atomen, die zwar an und für sich untheilbar sind, dem Begriffe nach aber als theilbar gedacht werden können, weil sie ausgedehnt sein müssen; und ohne Ausdehnung hält er nichts Materielles für denkbar. Nach Des Cartes sollen alle Atome, je nach ihrer verschiedenen Feinheit, in drei Kategorien zerfallen, und er versuchte die verschiedenen Eigenschaften verschiedener Körper durch ihren ungleichen Gehalt an Atomen von verschiedener Feinheit zu erklären. Endlich sollen diese Atome an sich keine Schwere haben, sondern diese erst durch ihre Lage und Bewegung gegen einander erhalten.

Weniger spitzfindig, aber den Naturerscheinungen mehr entsprechend und einen den heutigen Meinungen sich nähernden Versuch zu ihrer Erklä-

---

[1]) René Des Cartes (latinisirt Carteſius) war 1596 zu La Haye en Touraine geboren. Seine Erziehung genoß er in dem Jesuitencollegium zu La Flèche; um seine Erfahrungskenntnisse durch Reisen auszubilden, wählte er den Militairstand, und machte mehrere Feldzüge in Deutschland mit. Später ließ er sich als Privatmann in Holland nieder, wo er indeß seiner metaphysischen Ansichten wegen mit den Geistlichen in heftige Streitigkeiten gerieth. Einer Einladung der Königin Christine von Schweden folgend, verlebte er seine letzten Jahre in Stockholm, wo er 1650 starb. Seine Leiche wurde 1666 nach Paris gebracht. Seine Schriften wurden zu Amsterdam 1690—1701 und wiederholt 1713 gesammelt herausgegeben.

Digitized by Google

rung geſtattend, waren Boyle's gleichzeitige Anſichten. Er zuerſt faßte den Begriff deſſen auf, was wir jetzt unter einem chemiſchen Atome verſtehen; er legte den Atomen oder Partikeln, wie er ſie nannte, Schwere bei, und ſeine Betrachtungsweiſe hat namentlich für uns Intereſſe, weil er zuerſt die Entſtehung einer chemiſchen Verbindung aus der innigen Aneinanderlagerung der kleinſten Theilchen verſchiedener Beſtandtheile zu erklären ſuchte. Seite 307 dieſes Theiles, wo von den Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft die Rede war, habe ich ſchon eine hierher bezügliche Stelle von ihm mitgetheilt, und in ſeinem Werke »Chemista scepticus« (1661) finden ſich noch mehrere dahin gehörige Stellen. Er ſtellt hier die Propoſitionen auf: Non videri absurdum concipere, in prima mixtorum corporum productione materiam illam universalem, ex qua ea inter ceteras universi partes constabant, in exiguas particulas, diversis magnitudinibus et figuris instructas, varieque motas, actu divisas esse; und über die Entſtehung der chemiſchen Elemente (vergl. Seite 275): Neque esse impossibile, ex minutis his particulis quasdam ex minimis et vicinis hic illic in minutas massulas et quasi racemos fuisse associatas, suisque coalitionibus magnam copiam exiguorum ejusmodi primariorum concretorum, seu massularum copiam constituisse, quae in tales particulas, quae eas componebant, non facile poterant dissipari. So ſteht bei Boyle ein Partikularſyſtem ziemlich ausgebildet da, nach welchem jede Vereinigung auf Juxtapoſition kleinſter Theilchen beruht, und bei Bildung complicirterer Verbindungen ſich zuſammengeſetzte Atome, wie ſonſt einfache, verhalten.

Atomiſtiſche Theorie. Boyle's Anſichten.

Auf den eben citirten Abſchnitt von den Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft verweiſe ich auch, was die atomiſtiſchen Anſichten der ihm zunächſt folgenden Chemiker angeht, ebenſo wie ich Seite 324 bereits über den Verſuch, im Gegenſatz zu der atomiſtiſchen Theorie eine dynamiſche zu begründen, berichtet habe.

Die atomiſtiſche Theorie wurde für die Chemie aber erſt von größter Wichtigkeit, und ihre Anwendbarkeit wurde erſt außer allen Zweifel geſetzt, als die Chemiker ſie nicht allein zur Erklärung der Entſtehung einer chemiſchen Verbindung im Allgemeinen benutzten, ſondern als ſie anfingen, ſie mit den Unterſuchungen über die Gewichtsverhältniſſe, in welchen ſich die verſchiedenen Körper verbinden, in Zuſammenhang zu bringen.

Den erſten, aber noch ſehr unvollkommenen Verſuch in dieſer Bezie-

Digitized by Google

Atomiſtiſche Theorie. Higgins' Anſichten.

hung hatte Higgins (Profeſſor der Chemie zu Dublin) gemacht. In einer 1789 erſchienenen Schrift »A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic theories« äußerte er, daß man die Körper als aus Theilchen oder Atomen zuſammengeſetzt anſehen könne, und daß die verſchiedenen Oxydationsſtufen die Folge ſeien von der Verbindung verſchieden vieler Atome Sauerſtoff mit einem Atom des andern Beſtandtheils. Dieſe Anſicht wurde nur gelegentlich erwähnt; keine Verſuche lagen damals vor, durch welche ſie hätte gerechtfertigt werden können; ihr Urheber ſelbſt ſtellte keine an, um ſie zu beweiſen, und ſo muß Higgins' Meinung als eine unbegründete angeſehen werden, die zudem auf alle folgenden derartigen Unterſuchungen keinen Einfluß ausübte, alſo auch die ſpätere Entdeckung von Geſetzmäßigkeiten in Bezug auf atomiſtiſche Zuſammenſetzung in keiner Weiſe als eine Folgerung aus Higgins' Andeutungen erſcheinen läßt.

Richter hat über die theoretiſche Betrachtung der Verbindungsverhältniſſe wenig mitgetheilt. Es findet ſich bei ihm öfters der Ausdruck Maſſentheilchen gebraucht, um die Gewichtsmengen der Säuren und Baſen zu bezeichnen, die mit einander in Verbindung treten. Obgleich dieſe Auffaſſung der ſpäter für den Begriff eines Atoms aufgeſtellten ziemlich entſpricht, kann man doch Richter keinen Antheil an der Begründung der chemiſchen Atomtheorie zugeſtehen. Er hat die Aufſtellung dieſer Theorie wohl vorbereitet, aber er hat die Theorie ſelbſt nicht ausgeſprochen.

Dalton's atomiſtiſche Theorie.

Dalton war der Erſte, der dies that, und zwar ſogleich mit Anwendung auf die Zuſammenſetzung ſehr verſchiedenartiger Verbindungen. Zu dem, was hierüber ſchon Seite 370 bis 374 dieſes Theiles angegeben wurde, haben wir hier noch Folgendes hinzuzufügen. Seine Theorie, wie er ſie bereits 1804 aufgefaßt hatte, entwickelte er vollſtändiger zuerſt 1808. Nach dieſer ſind alle Körper bis zu einer gewiſſen Grenze theilbar; darüber hinaus findet keine weitere Theilbarkeit Statt. Die letzten Producte der ſoweit als möglich fortgeſetzt gedachten Theilung ſind Atome, welche für dieſelben Körper ſtets von gleichem Gewicht und von gleicher Größe ſind. Die Atome der verſchiedenen einfachen Körper ſind verſchieden ſchwer, wahrſcheinlich auch verſchieden groß. Jedes Atom iſt mit einer Wärmeſphäre umgeben; unmittelbare Berührung zweier Atome findet nie Statt, weder zwiſchen gleichartigen, noch zwiſchen ungleichartigen. Ob die Atome der verſchiedenen einfachen Körper gleichgeſtaltet ſind, ſteht dahin; aber da wir jedes Atom mit ſeiner zugehörigen Wärmeſphäre als ein Ganzes betrachten

Digitized by Google

können, ſo ſind gewiß in dieſem Sinne die Atome aller einfachen Körper kugelförmig, und auch die Geſtalt eines durch Zuſammentreten mehrerer verſchiedenartiger Atome entſtehenden kleinſten Theilchens einer Verbindung kann als ſphäriſch oder ſich der ſphäriſchen Form nähernd betrachtet werden, wenn man die Geſtalt als durch die Wärmeſphäre gegeben annimmt. Chemiſche Verbindung entſteht durch inniges Aneinanderlagern von Atomen verſchiedener Körper zu einem eigenthümlichen neuen Atome. Die (zuſammengeſetzten) Atome einer Verbindung ſtehen weiter von einander ab, als die in einem Atome der Verbindung enthaltenen einfachen Atome unter ſich entfernt ſind. Chemiſche Analyſis oder Syntheſis iſt nichts weiter als Trennung von auf dieſe Art innig vereinigten Atomen verſchiedener Körper, oder Wiedervereinigung derſelben. Bei Bildung einer chemiſchen Verbindung treten nur ſehr wenige (meiſt Eins) Atome des einen Beſtandtheils mit ſehr wenigen (meiſt Einem) des andern zur Bildung eines Atoms der Verbindung zuſammen. Die Mengen der in einem zuſammengeſetzten Atome enthaltenen elementaren Atome ſtehen alſo in einem einfachen Verhältniſſe zu einander. Verbinden ſich zwei Elemente nur in einem einzigen Verhältniſſe, ſo iſt zu vermuthen, daß ſich 1 Atom des einen Beſtandtheils mit 1 Atom des andern verbunden hat, und die Gewichtsmengen, in denen ſie ſich vereinigen, geben die relativen Gewichte der Atome der Elemente. Verbinden ſich zwei Elemente A und B in verſchiedenen Verhältniſſen, ſo müſſen die ſo entſtehenden verſchiedenen Verbindungen in folgender Reihe enthalten ſein:

Dalton's atomiſtiſche Theorie.

1 Atom A verbinden ſich mit 1 Atom B zu 1 Atom einer Verbindung
1 » A » » » 2 » B » 1 » » »
2 » A » » » 1 » B » 1 » » »
1 » A » » » 3 » B » 1 » » »
3 » A » » » 1 » B » 1 » » »

und ſo fort.

Nach Dalton können ſich weiter die ſo gebildeten Verbindungen wieder unter einander vereinigen, und zwar befolgen dann ihre (zuſammengeſetzten) Atome ganz dieſelben Geſetze, welche eben für die (einfachen) Atome der Elemente entwickelt wurden. Das Gewicht eines Atoms von einer Verbindung iſt durch die Summe der Gewichte der darin enthaltenen einfachen Atome beſtimmt.

Dalton, der alle dieſe Anſichten zuerſt aufſtellte, muß demnach als der Erſte betrachtet werden, der die relativen Gewichte der Atome (von ein-

Digitized by Google

fachen und von zuſammengeſetzten Körpern) zu beſtimmen ſuchte, ebenſo wie die Anzahl der einfachen Atome, welche ein zuſammengeſetztes Atom bilden, und die Anzahl von weniger zuſammengeſetzten Atomen, welche in ein mehr zuſammengeſetztes Atom eingehen; er hat zuerſt die atomiſtiſche Conſtitution der Verbindungen unterſucht. Higgins vindicirte zwar die Ehre dieſer Entdeckung für ſich, und ſeine Anſprüche fanden für kurze Zeit einen Vertheidiger in H. Davy, der von dem Erſteren überredet worden war, daß dieſer wirklich zuerſt das Geſetz der multiplen Proportionen und der atomiſtiſchen Conſtitution der Verbindungen ausgeſprochen habe. Davy äußerte ſich demgemäß zu Gunſten Higgins' in einer Vorleſung, welche er vor der royal society 1809 über das Chlor hielt; es hatte dies eine Discuſſion zwiſchen ihm und Thomſon, dem unermüdlichen Vertheidiger deſſen, was für Dalton zu wahren iſt, zur Folge, in welcher ſich Davy von ſeinem Irrthume überzeugte; und ſpäter, namentlich 1813, erkannte Davy den Dalton als den eigentlichen Entdecker jener Geſetzmäßigkeiten öffentlich an. — In Betreff von Dalton's Anſicht über die atomiſtiſche Conſtitution der Verbindungen müſſen wir hier noch Einiges darüber angeben, wie er die relativen Gewichte der einfachen Atome zu beſtimmen ſuchte, da die Annahmen hierüber die Baſis aller Vorſtellungen über die Conſtitution der Verbindungen bilden.

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Als Grundſatz ging Dalton bei dieſer Beſtimmung davon aus, daß in Verbindungen von Beſtandtheilen, welche ſich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, gleichviel Atome beider Beſtandtheile anzunehmen ſeien. Demgemäß nahm er im Waſſer 1 Atom Waſſerſtoff auf 1 Atom Sauerſtoff an. Die oben, Seite 371 und 372 mitgetheilten Tabellen von 1804 und 1808 ſind dieſem Grundſatze gemäß aufgeſtellt. Dieſe Annahme indeß, mangelhaft ſchon aus dem Grunde, weil ſie von der Zufälligkeit abhängt, ob eine Verbindung ſchon entdeckt iſt oder nicht, wurde bald weniger berückſichtigt. Ein anderer Grundſatz, der ihn leitete, war der, daß in neutralen Salzen gleichviel Atome Säure und Baſis enthalten ſind. Dieſer erhielt ſich länger.

Ehe ich fortfahre, über die anderen Betrachtungsweiſen zu berichten, welche man zur Beſtimmung des relativen Gewichts der einfachen Atome anwandte, muß ich hier noch einer Annahme hinſichtlich der Atomgewichte erwähnen, die ſich auch zuerſt bei Dalton findet; die zwar keinen Einfluß hat auf die Anſicht über die Conſtitution einer Verbindung, wohl aber von

Digitized by Google

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Wichtigkeit war in Beziehung auf die genaue Zahlenbeſtimmung der Atomgewichte. Dieſe Annahme will ich hier gleich vollſtändiger mit Anticipirung der ſpäteren Forſchungen abhandeln. Sie betrifft die Frage, ob alle Atomgewichte Multipla des kleinſten unter ihnen, des Waſſerſtoffs alſo, ſind.

Im Anfange ſeiner Unterſuchungen über die atomiſtiſche Theorie war Dalton nicht der Anſicht, daß alle Atomgewichte Multipla des kleinſten ſind; in ſeiner 1804 an Thomſon mitgetheilten kleinen Tabelle (S. 371) iſt das Atomgewicht des Sauerſtoffs, auf das des Waſſerſtoffs als Einheit bezogen, mit einem Bruche behaftet. In ſeiner ſpäteren Tabelle von 1808 (Seite 372) ſind hingegen alle Atomgewichte ganze Zahlen, ſie ſind alle Multipla von dem des Waſſerſtoffs. Doch findet ſich bei Dalton nichts darüber mitgetheilt, ob dies ſeinen Anſichten nach ſo ſein muß; die Ungenauigkeit der damaligen Analyſen, ihre Abweichungen unter einander ließen aber wohl zu, die Atomgewichte in ganzen Zahlen auszudrücken, weil, auch im Fall ſie nicht ganze Zahlen (auf das Gewicht des Waſſerſtoffatoms als Einheit bezogen) wären, die Unſicherheit der Analyſen doch nicht die Bruchtheile mit Sicherheit zu beſtimmen geſtattete.

Später indeß wurde als allgemeines Naturgeſetz aufgeſtellt, daß das Atomgewicht des Waſſerſtoffs ein Submultiplum von den Atomgewichten aller übrigen ſei, und zwar war es vorzüglich der Engländer Prout, der 1815 dieſe Anſicht zu beweiſen ſuchte. Prout ſelbſt ſtellte wenig eigene Verſuche an, um die Exiſtenz dieſes Geſetzes zu beweiſen; es wurde indeß von vielen, namentlich engliſchen, Chemikern angenommen, und unter dieſen hauptſächlich von Thomſon vertheidigt. Dieſer Chemiker, deſſen frühere Angaben (vergl. ſeine Tabelle von 1810, Seite 374) nicht mit dieſem Geſetze übereinſtimmen, ſuchte von 1821 an durch zahlreiche Verſuche ſeine Exiſtenz darzuthun, und publicirte namentlich 1825 ein größeres Werk »An Attempt to establish the First Principles of Chemistry by Experiment«, worin er durch eine ſehr große Menge von Verſuchen die Richtigkeit deſſelben zu beweiſen ſuchte. Die Methoden, welche er zu ſeinen Atomgewichtsbeſtimmungen gewählt hatte, waren indeß ſehr unſicher, und da überhaupt ſeine Arbeiten nicht mit der gehörigen Genauigkeit ausgeführt zu ſein ſchienen, ſo zog ihm dieſes von Berzelius wiederholte und nachdrückliche Zurechtweiſungen zu.

Berzelius ſeinerſeits bemühte ſich, die Frage durch genaue Experimente zu entſcheiden. Von ſeinen früheren Beſtimmungen (vgl. die Tabelle

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

von 1815, Seite 383) ſtimmten einige mit Prout's Anſicht, andere nicht, und 1821 erklärte er ohne vorgefaßte Meinung, daß, wenn ſich gleich für Prout's Anſicht weder ein chemiſcher, noch ein phyſikaliſcher Grund einſehen laſſe, ſo ſchließe dies doch nicht die Möglichkeit aus, daß ſie in der Natur begründet ſein könne. Berzelius äußerte damals, daß gerade die Körper von kleinerem Atomgewichte für die Entſcheidung dieſer Frage von Wichtigkeit ſeien, indem bei ſchwereren das Atomgewicht des Waſſerſtoffs ein ſo unbedeutender Bruch gegen das ihrige ſei, daß nichts daraus geſchloſſen werden könne; namentlich erklärte er es für wichtig, das Atomgewicht der Kohle (welches er 1819 mit Dulong 6,12 mal ſo ſchwer als das von einem Doppelatom Waſſerſtoff gefunden hatte), möglichſt genau zu beſtimmen. — Im Jahre 1830 unternahm Berzelius eine Prüfung jener Anſicht durch eine genaue Beſtimmung des Atomgewichts des Bleies. Er erklärte nach den unter einander ſehr wohl übereinſtimmenden Reſultaten, daß für das Atomgewicht des Bleies dieſe Regelmäßigkeit nicht vorhanden ſei, und daß die Prout'ſche Hypotheſe von den Thatſachen vollkommen widerlegt werde.

Die Frage ſchien ſomit entſchieden, um ſo mehr, als auch in England ſelbſt, wo die Anſicht von Prout den meiſten Beifall gefunden hatte, ſie nunmehr von ausgezeichneten Analytikern für unſtatthaft erklärt wurde. Dr. Turner [1]) hatte 1832 von der chemiſchen Section der Verſammlung der engliſchen Naturforſcher den Auftrag erhalten, darüber entſcheidende Unterſuchungen anzuſtellen, und er erklärte als Reſultat ſeiner zahlreichen Verſuche die Hypotheſe, daß alle Atomgewichte Multipla in ganzen Zahlen von dem des Waſſerſtoffs ſeien, für unvereinbar mit den beſten Analyſen, welche unſere Zeit aufzuweiſen habe. Um ſo überraſchender mußte es ſein, als 1840 und in den folgenden Jahren Dumas für mehrere Körper den Beweis führte, daß trotz aller früheren Verneinungen ihre Atomgewichte doch einer derartigen Geſetzmäßigkeit ſich unterordnen. Aber für andere Subſtanzen haben auch wieder die genaueſten Unterſuchungen dargethan,

[1]) Edward Turner war 1797 auf Jamaika geboren. Er ſtudirte Medicin zu Edinburg und Chemie zu Göttingen unter Stromeyer; 1824 wurde er lecturer on chemistry zu Edinburg, und 1828 Profeſſor dieſer Wiſſenſchaft an dem University College zu London, wo er 1837 ſtarb. Seine Elements of Chemistry wurden noch zu ſeinen Lebzeiten ſechsmal aufgelegt; die 7. Auflage gaben 1840 Liebig und Gregory heraus.

Digitized by Google

daß ihre Atomgewichte mit der Annahme einer derartigen Regelmäßigkeit in Widerſpruch ſtehen, und der jetzige Stand dieſer Frage ſcheint mehr gegen die allgemeine Gültigkeit des Prout'ſchen Geſetzes als für dieſelbe zu ſprechen. Der Beweis der Richtigkeit deſſelben wäre von großer Wichtigkeit für die Chemie; nicht für die Kenntniß der atomiſtiſchen Conſtitution der Verbindungen, ſondern für die ihrer procentiſchen Zuſammenſetzung, die ſich abſolut genau beſtimmen ließe, falls Prout's Anſicht als gegründet nachgewieſen würde, während ſie jetzt nur approximativ ermittelt werden kann. Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Kehren wir nach dieſer Abſchweifung wieder zu der Betrachtung zurück, auf welche Weiſe man das relative Gewicht Eines Atoms eines Körpers auszumitteln ſuchte. Dalton's Leitfaden hierbei, als relative Gewichte der Atome zweier Körper die anzunehmen, in deren Verhältniß ſie ſich vereinigen, wenn ſie nur Eine Verbindung unter einander eingehen, wurde bald als zu unſicher verlaſſen. Gay-Luſſac's Entdeckung über die Geſetzmäßigkeiten, welche hinſichtlich der Verbindung gasförmiger Körper ſtattfinden (vergl. Seite 377), leitete dazu, gleiche Volume der verſchiedenen einfachen Gasarten als gleichviel Atome enthaltend anzuſehen; eine Betrachtungsweiſe, welche durch phyſikaliſche Gründe unterſtützt zu werden ſchien. Hiernach iſt das Verhältniß der Atomgewichte der einfachen gasförmigen Körper durch das der ſpecifiſchen Gewichte ihrer Gaſe gegeben. Dieſer Anſicht huldigte hauptſächlich Berzelius, und auf ſeine Autorität hin wurden demgemäß Aenderungen in den Atomgewichten, wie ſie von Dalton vorgeſchlagen worden waren, allgemein angenommen.

Ich habe hier Berzelius' Anſichten zu ſchildern, wie er ſie ſchon 1815 im Zuſammenhange ausſprach und ſeitdem weiter ausbildete. Er betrachtet wie Dalton die Materie als zuſammengeſetzt aus kleinſten Theilchen, die er, ohne auf die Streitfrage über die unendliche Theilbarkeit einzugehen, als untheilbar für mechaniſche Kräfte annimmt und als Atome bezeichnet. Es kann nach ihm in der Chemie auch nicht von Bruchtheilen ſolcher Atome die Rede ſein. Früher (1815) nahm Berzelius an, die Atome aller Elemente ſeien ſphäriſch, und alle gleich groß, aber ſchon 1819 räumte er ein, daß die Atome der verſchiedenen einfachen Stoffe von verſchiedener Größe ſein können, und ſuchte dieſer letzteren Muthmaßung durch die Bemerkung eine Stütze zu geben, daß analog zuſammengeſetzte Verbindungen doch oft verſchiedene Kryſtallgeſtalt haben. Nach ihm wird eine chemiſche Verbindung durch Zuſammenlagerung von Atomen verſchiedener einfacher

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Stoffe gebildet, ebenſo wie ein Aggregat durch Aneinanderlagerung von Atomen deſſelben Körpers entſteht; ein weiterer Unterſchied zwiſchen Verbindung und Aggregat beſteht nach ihm darin, daß im erſteren Falle eine elektriſche Entladung der ſpecifiſchen Polarität heterogener Atome erfolgt, welche zwiſchen homogenen Atomen nicht ſtattfinden kann.

Gehen wir nun über zu den Mitteln, welche Berzelius anwandte, um die Atomgewichte der einzelnen Körper feſtzuſetzen. Für die gasförmigen Elemente nahm Berzelius an, gleiche Volume derſelben enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleichviel Atome; er bezeichnete dieſe Betrachtungsweiſe, wonach bei ſolchen Gaſen ihr Atomgewicht durch ihr ſpecifiſches Gewicht ausgedrückt ſein muß, als Volumtheorie, mit deren Ergebniſſen die Reſultate der Unterſuchungen über die atomiſtiſche Zuſammenſetzung der feſten Körper, die er als Corpusculartheorie unterſchied, in Uebereinſtimmung zu bringen ſeien. (Nach der Volumtheorie mußte alſo Berzelius das Atomgewicht des Waſſerſtoffs [das des Sauerſtoffs als gegeben angenommen] halb ſo groß ſetzen, als dies von Dalton angenommen worden war.)

Um nun für die nicht gasförmigen Elemente die Atomgewichte feſtzuſetzen, ſtellte Berzelius um 1815 folgende Anſicht auf. Der Satz, daß die Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile einer Verbindung, welche ſich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, die relativen Gewichte der Atome der Beſtandtheile geben, iſt unſicher. Berzelius hat hauptſächlich den Grundſatz in der Stöchiometrie angewandt, von den entſchiedenſten Fällen auszugehen, hierfür die Annahmen feſtzuſetzen, und die anderen Fälle nach der Analogie damit in Uebereinſtimmung zu bringen. Eine Anſicht, die anfangs hauptſächlich die Atomgewichtsbeſtimmungen von Berzelius leitete, war die, daß in einem aus nur zwei Beſtandtheilen zuſammengeſetzten Atome ſich nothwendig von dem einen der Beſtandtheile Ein Atom befinden müſſe. Dies führte ihn z. B. dahin, in dem Eiſenoxyd, welches auf dieſelbe Menge Eiſen die $1\frac{1}{2}$fache Menge Sauerſtoff enthält, wie das Eiſenoxydul, nicht 2 Atome Eiſen auf 3 Atome Sauerſtoff, und im Oxydul 1 Atom Eiſen auf 1 Atom Sauerſtoff anzunehmen, ſondern das Atomgewicht des Eiſens doppelt ſo groß zu ſetzen, als es jetzt angenommen wird, das Eiſenoxyd als $Fe + 3O$, das Oxydul als $Fe + 2O$ zu betrachten, und die Unvollſtändigkeit dieſer Reihe als eine Andeutung anzuſehen, daß eine (noch unentdeckte) Oxydationsſtufe $Fe + O$ exiſtiren möge.

Digitized by Google

Der Analogie nach ſetzte er nun für alle Oxyde, die ähnliche Salze bilden, wie das Eiſenoxydul, voraus, daß ſie auf Ein Atom Metall zwei Atome Sauerſtoff enthalten; und wir ſehen ſo in der Tabelle von 1815 (Seite 383) für bei weitem die meiſten Metalle das Atomgewicht doppelt ſo groß geſetzt, als es früher Dalton für viele derſelben angenommen hatte, und es jetzt wieder allgemein angenommen wird. — Das Vorhergehende erklärt wohl hinlänglich die Grundſätze, auf welchen dieſe damaligen Atomgewichtsbeſtimmungen beruhten, und in dem Abſchnitt über chemiſche Zeichen werde ich noch mehr Beiſpiele anführen, welche Berzelius' damalige Anſicht über die atomiſtiſche Theorie erläutern.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Wenige Jahre ſpäter (1818) räumte indeß Berzelius die Möglichkeit von Verbindungen der Art ein, daß darin 2 Atome des einen auf 3 Atome des andern Beſtandtheils enthalten ſein können, und daß möglicher Weiſe die Atomgewichte vieler Metalle auf die Hälfte der von ihm früher dafür gegebenen Zahlen herabzuſetzen ſeien. Doch behielt er auch damals noch im Weſentlichen die 1815 gegebenen Beſtimmungen bei. Nun aber wurden neue Entdeckungen gemacht, welche einen Zuſammenhang zwiſchen dem Atomgewicht und noch anderen phyſikaliſchen Eigenſchaften außer dem ſpecifiſchen Gewicht im Gaszuſtand außer allen Zweifel ſetzten.

Die eine dieſer Entdeckungen, über den Zuſammenhang zwiſchen dem Atomgewicht und der ſpecifiſchen Wärme der Elemente, wurde durch Dulong und Petit [1]) gemeinſchaftlich gemacht. Dieſe Gelehrten fanden 1819, daß für die einfachen Körper die ſpecifiſche Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional iſt; daß alſo dieſelbe Quantität Wärme von den verſchiedenen Elementen verſchiedene Gewichtsmengen um denſelben Temperaturunterſchied erwärmen kann, und zwar Gewichtsmengen, die den Atom-

[1]) Alexis Thereſe Petit war 1791 zu Veſoul geboren. Seine erſten Studien machte er in der Centralſchule zu Beſançon, bald aber ging er nach Paris, wo er in ſeinem 16. Jahre in die polytechniſche Schule eintrat. Nach kurzer Zeit wurde er hier zum Repetiteur und an dem Collége Bourbon zum Profeſſor der Phyſik ernannt; 1812 wurde ihm dieſe Lehrſtelle an der polytechniſchen Schule übertragen. Er ſtarb ſchon 1820; durch ſeine phyſikaliſchen Forſchungen, namentlich durch ſeine mit Dulong gemeinſchaftlich angeſtellten Unterſuchungen über die Wärme, hat er ſich in der Geſchichte der Phyſik einen unſterblichen Namen geſichert.

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

gewichten proportionirt ſind. Sie wieſen die Gültigkeit dieſes Geſetzes nach für den Schwefel und für ſehr viele Metalle; ſie fanden aber zugleich, daß, wenn man in der von Berzelius 1815 (Seite 383) gegebenen Tabelle das Atomgewicht des Schwefels ungeändert läßt, die Atomgewichte der meiſten Metalle auf die Hälfte herabzuſetzen ſeien, damit die ſpecifiſche Wärme für ſie die bemerkte Uebereinſtimmung zeige; eine Aenderung, welche, wie ich eben erwähnt habe, Berzelius ſchon vorher als wahrſcheinlich vermuthet hatte. Somit vertrugen ſich die aus der Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärme abzuleitenden Reſultate ganz mit den rein chemiſchen Beſtimmungen; nur für das Silber und das Kobalt ergab ſich keine Uebereinſtimmung. Dulong's und Petit's Geſetz weiſt dem Silber ein nur halb ſo großes Atomgewicht an, als es ſich aus der chemiſchen Beſtimmung ergiebt; bei den analogen neutralen Silber- und Bleiſalzen müßten dieſem Geſetze zufolge in den erſteren zwei Atome Silber angenommen werden, während in den letzteren Ein Atom Blei enthalten iſt. Für das Kobalt endlich ergab ſich das Atomgewicht nur $^2/_3$ ſo groß, als es aus der chemiſchen Beſtimmung gefunden wird.

Solche Abweichungen zeigten ſich indeß nur bei ſehr wenigen Elementen, während im Allgemeinen die Beſtimmung des Atomgewichts aus der ſpecifiſchen Wärme allen Anforderungen der Chemie vollkommen zu genügen ſchien. Die Entdeckung von Dulong und Petit wurde auch gleich nach ihrem Bekanntwerden von den meiſten Chemikern mit Beifall aufgenommen; ſie ſchien für die feſten Elemente eine Art der Atomgewichtsbeſtimmung zu geben, wie ſie für die gasförmigen durch die Ausmittelung der Dichtigkeit allgemein angenommen war.

Ehe aber noch dieſe Ableitung des Atomgewichts aus der ſpecifiſchen Wärme ſich durchaus geltend gemacht hatte, wurde eine neue Entdeckung gemacht, die noch viel allgemeinere Anhaltspunkte zur Beſtimmung der Atomgewichte bot. Es war dies Mitſcherlich's Entdeckung des Iſomorphismus, oder des Zuſammenhanges zwiſchen der Kryſtallform und der atomiſtiſchen Zuſammenſetzung.

Ich werde unten die Entwicklung der Kenntniſſe über die Kryſtallform der chemiſchen Verbindungen noch einmal beſonders betrachten, und ich verweiſe auf dieſen Abſchnitt, was das Nähere und namentlich die früheren hierher gehörigen Entdeckungen angeht. Mitſcherlich bewies zuerſt 1820, daß gleiche atomiſtiſche Zuſammenſetzung, wenn auch verſchiedene Elemente

Digitized by Google

darin enthalten ſind, gewöhnlich begleitet iſt von übereinſtimmender Kryſtallform; ſolche Körper, die mit gleicher atomiſtiſcher Zuſammenſetzung dieſelbe Kryſtallform verbinden, nannte er iſomorphe, und zeigte zugleich, daß iſomorphe Subſtanzen in allen Verhältniſſen gemiſcht mit einander kryſtalliſiren können. Wo alſo ein Beſtandtheil einen andern von bekannter Atomconſtitution in einer Verbindung ohne Formänderung vertritt, muß die Atomconſtitution des erſteren Beſtandtheils dieſelbe ſein, wie die des zweiten; iſomorphe Subſtanzen haben analoge atomiſtiſche Zuſammenſetzung, und wenn dieſe für eine Subſtanz beſtimmt iſt, ſo ergiebt ſie ſich auch daraus für alle damit iſomorphen.

Unterſuchungen über die Atomgewichte der elementaren Atome.

Die Entdeckung des Iſomorphismus durch Mitſcherlich wurde zu einer der folgereichſten, welche je in der Chemie gemacht wurden, namentlich für die Stöchiometrie. Ihre vielfache Anwendbarkeit, da ſie die verſchiedenartigſten Verbindungen umfaßt, macht ſie zu einem der ausgezeichnetſten Leitpunkte in der Beſtimmung der Atomgewichte.

Es wurden inzwiſchen doch noch ſelbſt nach der Entdeckung dieſer Geſetze von vielen Chemikern die Atomgewichte der Elemente in der Art fortgebraucht, wie ſie Berzelius früher beſtimmt hatte, und ſie in der Tabelle von 1815 (Seite 383) angegeben ſind. Eine vollſtändige Annahme der nach den eben erwähnten Entdeckungen über ſpecifiſche Wärme und Iſomorphismus abgeänderten Atomgewichte trat erſt 1826 ein, wo Berzelius mit Berückſichtigung aller bis dahin bekannt gewordenen Geſetzmäßigkeiten eine neue Atomgewichtstabelle publicirte, von welcher ich gleichfalls oben (Seite 383) die Hauptpunkte mitgetheilt habe. Die Verſchiedenheit zwiſchen den an dieſem Orte zuſammengeſtellten Tafeln läßt deutlich ſehen, welche Aenderung in der Anſicht über die Atomconſtitution der Verbindungen damit verbunden ſein mußte; es wird dies in dem Abſchnitte über chemiſche Zeichen noch anſchaulicher dargelegt werden.

Es ſind hiermit die verſchiedenen Betrachtungsweiſen dargelegt, welche nach einander aufgeſtellt wurden, um auf die Atomconſtitution der Verbindungen, um auf das relative Gewicht Eines elementaren Atoms ſchließen zu laſſen. Manche der früher als ganz ſicher betrachteten Leitfaden ſind ſpäter verworfen worden, ſo z. B. daß für die einfachen Körper im Gaszuſtande die Dichtigkeiten auch die Atomgewichte derſelben geben. Dumas' Beſtimmungen des ſpecifiſchen Gewichts mehrerer Elemente im Dampfzuſtande (1826) und Mitſcherlich's Arbeiten über denſelben Gegenſtand (1833)

Digitized by Google

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

zeigten, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß nur dafür die specifischen Gewichte stets in einem einfachen Verhältniß zu den Atomgewichten stehen. Viele haben deßungeachtet die Bestimmungen für das Gewicht Eines Atoms solcher Körper, welche vor diesen Arbeiten nach jener Annahme schon festgesetzt waren, beibehalten. — Die specifische Wärme wird in neuerer Zeit von mehreren Chemikern als der sicherste Anhaltspunkt bei der Bestimmung des Atomgewichts einfacher Körper betrachtet; die Discussion ebenso wie die letzten ausgezeichneten Arbeiten über diesen Gegenstand gehören der Gegenwart an; sie sind noch zu neu, als daß sie in einer Geschichte der Chemie Platz finden könnten, die sich nicht zur Aufgabe setzt, den jetzigen Zustand der Wissenschaft vollständig zu schildern, sondern nur die Absicht hat, zu zeigen, durch welche vorausgegangenen Bestrebungen dieser jetzige Zustand vorbereitet und eingeleitet wurde.

Untersuchungen über die Auflösungen.

Als Anhang zu dem Vorhergehenden, wo die Erkenntniß der Gesetzmäßigkeiten, nach welchen chemische Verbindungen im engeren Sinne sich bilden, gezeigt werden sollte, wollen wir hier noch Einiges über die Fortschritte der Kenntnisse über die Lösungen hinzufügen.

Die Auflöslichkeit vieler Substanzen in Flüssigkeiten mußte schon frühe erkannt werden; Plinius theilt über die Löslichkeit eines Salzes eine rohe quantitative Bestimmung mit, indem er angiebt, man könne nicht mehr als Einen Sextarius Kochsalz in vier Sextarien Wasser lösen. Ebenso ist die Verschiedenheit der Löslichkeit je nach der Verschiedenheit der Temperatur schon lange bekannt; Geber schrieb im 8. Jahrhundert bereits vor, behufs der Krystallisation die Auflösung an einen kalten Ort zu bringen. Genauere Bestimmungen der Löslichkeit finden sich in dem 17. und 18. Jahrhundert. Lefèvre giebt in seinem Traité de chimie (1660) an, daß 8 Unzen Wasser nie mehr als 3 Unzen Kochsalz auflösen, Boerhave in seinen Elementis chemiae (1732), daß sich 1 Theil Kochsalz in 3¼, Salpeter in 6⅓ Theilen Wasser löse. Vollständigere Versuche über diesen Gegenstand stellte indeß erst Eller 1750 an, wobei er zu finden glaubte, daß das Wasser durch Auflösung von Salzen sein ursprüngliches Volum nicht ändere, ein Irrthum, der erst 1770 durch Richard Watson [1])

[1]) Richard Watson war 1737 geboren. Er studirte Theologie und beschäftigte sich zugleich eifrig mit Chemie; Professor der letzteren Wissenschaft wurde er

Digitized by Google

widerlegt wurde. — In der verſchieden großen Aenderung der Löslichkeit durch Aenderung der Temperatur erkannte indeß ſchon 1729 der berühmte franzöſiſche Augenarzt Franz Petit den Grund, weßhalb bei dem Sieden des Salpeters nicht mit dieſem zugleich Kochſalz auskryſtalliſirt. Früh auch ſchon wurde die Löslichkeit als diſtinctives Kennzeichen verſchiedener Subſtanzen benutzt; Stahl äußerte ſchon 1703, in dem Kochſalz möge wohl ein Alkali eigener Art enthalten ſein, weil die damit gebildeten Salze ſich von den mit gewöhnlichem Kali gebildeten durch verſchiedene Löslichkeit auszeichnen, und Duhamel gründete ebenſo 1736 ſeinen Beweis für die Eigenthümlichkeit der Soda hauptſächlich auf ihre von der der Potaſche verſchiedene Löslichkeit. Daß die Löslichkeit eines Salzes in Waſſer oft erhöht wird durch Gehalt des letzteren an einem andern Salze, beobachtete zuerſt L. Lemery 1717 für den Salpeter, welcher ſich in Salzwaſſer in größerer Menge löſe, als in reinem; Vauquelin machte 1792 auf ähnliche Erſcheinungen wieder aufmerkſam. Daß, wenn mehrere Salze zugleich in Waſſer gelöſt ſind, bei verſchiedenen Temperaturen verſchiedene Producte herauskryſtalliſiren, beobachteten zuerſt Scheele und Gren um 1780; Hahnemann ſtellte bereits 1784 den Grundſatz auf, daß die verſchiedene Löslichkeit die wechſelſeitige Zerſetzung bedinge, indem ſtets die für die ſtatthabende Temperatur ſchwerlöslichſten Salze herauskryſtalliſiren; ein Satz, der ſich ſpäter in Berthollet's Affinitätslehre ſehr erweitert wieder findet.

Unterſuchungen über die Auflöſungen.

Der Begriff der Auflöſung wurde erſt ſehr ſpät von dem der chemiſchen Verbindung unterſchieden; aus dem, was in dem Vorhergehenden über die Erkenntniß des letzteren mitgetheilt wurde, geht die Art, wie man Einſicht in den Unterſchied zwiſchen ihnen erlangte, hervor. In den älteren Zeiten der Chemie betrachtete man als Auflöſung jeden Proceß, wo ein Stoff eine flüſſige Verbindung eingeht und daraus in ſeiner früheren Geſtalt wieder abgeſchieden werden kann, ohne daß man Rückſicht darauf nahm, ob hier eine bloße Auflöſung oder zugleich die Bildung einer neuen chemiſchen Bildung ſtattfindet. So gilt bei Geber Salpeterſäure als Auflöſungs-

1767 zu Cambridge. 1771 wurde er Doctor der Theologie, 1774 Archidiacon, 1782 Biſchof zu Landaff in Irland. Er ſchrieb viele chemiſche Abhandlungen in die Philosophical Transactions, außerdem Chemical Essays (1761), Institutiones metallurgiae (1768), und mehrere andere kleinere Werke chemiſchen Inhalts.

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Auflöſungen.

mittel für Silber, Aetzlauge als Auflöſungsmittel für Schwefel, gerade wie Waſſer ein Auflöſungsmittel für Salz iſt. Erſt mit Lavoiſier begann man die Aufmerkſamkeit darauf zu richten, in welchem Zuſtand ein Stoff ſich mit einem andern verbindet, ob die Bildung einer Auflöſung zugleich mit der Bildung einer neuen Verbindung verknüpft iſt. Bis dahin, und namentlich um 1700, wird dieſe Unterſuchung nie geführt, und die Aufgabe, einen Körper in Verbindung zu bringen, wird im Allgemeinen als die, einen Körper aufzulöſen, betrachtet. Boerhave handelt deßhalb die allgemeineren Betrachtungen über die Mittel, Verbindungen hervorzubringen, die ganze Verwandtſchaftslehre, unter der Lehre von den Löſungsmitteln ab. Da alle Subſtanzen im unlöslichen Zuſtande ſich der weiteren chemiſchen Unterſuchung entziehen, ſo war es eine wichtige Aufgabe für die Chemiker der früheren Zeit, für alle Subſtanzen paſſende Löſungsmittel ausfindig zu machen; es entſprang hieraus das chimäriſche Problem, ein allgemeines Löſungsmittel, welchem keine irdiſche Subſtanz widerſtehen könne, ausfindig zu machen, was ich als weſentlich zur Alchemie gehörend bereits unter der Geſchichte dieſes Zweiges, Seite 240, beſprochen habe, wo auch von der Derivation des lateiniſchen Ausdrucks für Löſungsmittel, menstruum, gehandelt wurde.

Die Auflöſungen wurden von den eigentlichen chemiſchen Verbindungen erſt dann getrennt, als Unveränderlichkeit in der Zuſammenſetzung als weſentlichſtes Kennzeichen für die letzteren nachgewieſen wurde. Lavoiſier unterſchied die Löſungen und Miſchungen als solutions von den eigentlichen chemiſchen Verbindungen, als dissolutions, aber nur als verſchiedene Wirkungen einer und derſelben Urſache, die letzteren als die Reſultate ſtarker, die erſteren als die ſchwacher Verwandtſchaft betrachtend. Prouſt unterſchied die nach veränderlichen Verhältniſſen zuſammengeſetzten dissolutions von den nur in beſtimmten Proportionen ſich bildenden combinaisons. Dieſe letztere Unterſcheidung iſt noch die heutige.

Nach van Helmont zeigte beſonders Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts, daß in mehreren Fällen Auflöſung von Wärmeentwicklung begleitet iſt, ſo z. B. bei der Einwirkung der Salpeterſäure auf Eiſen. Er ſah indeß hierin keinen Grund, ſolche Proceſſe (wo zugleich eine chemiſche Verbindung gebildet wird) von anderen zu unterſcheiden, wo ein Körper unverändert aufgelöſt wird, obgleich er für mehrere Fälle der letzteren Art, für Salpeter, Kochſalz und beſonders Salmiak, wenn ſie in

Digitized by Google

Waſſer gelöſt werden, das Gegentheil beobachtet hatte, nämlich bedeutende Temperaturerniedrigung. Boerhave war indeß nicht der Erſte, welcher in der Auflöſung ein Mittel zur künſtlichen Erzeugung von Kälte gefunden hatte; ſchon Boyle beſchrieb 1667 Kältemiſchungen; er bereits wußte, daß die Vermiſchung von Schwefelſäure, Salzſäure und beſonders Salpeterſäure mit Schnee Kälte erzeugt, daß Salmiak in Waſſer gelöſt dieſelbe Erſcheinung zeigt. St. F. Geoffroy ſprach bereits 1700 aus, daß die Auflöſung aller Salze in Waſſer mit Temperaturerniedrigung verbunden ſei, und Homberg gab 1701 als wirkſame Kältemiſchung Sublimat und Salmiak mit Eſſig an. Es wurden ſeit dieſer Zeit viele Vorſchriften zur künſtlichen Kälteerzeugung gegeben, von denen ich nur der Anwendung des Glauberſalzes erwähnen will, welches zu dieſem Zwecke in verdünnter Schwefelſäure zu löſen zuerſt der Apotheker Walker in Oxford 1787 anempfahl. Die Kältemiſchung aus Schnee mit ſalzſaurem Kalk gab zuerſt Lowitz in Petersburg 1795 an.

Unterſuchungen über die Auflöſungen.

So viel über die Löſungen; zur Vervollſtändigung dieſer Geſchichte der Affinitätslehre und der damit zuſammenhängenden Gegenſtände bleibt jetzt noch Einiges darüber anzugeben, was man in der Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, über den Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und den phyſikaliſchen Eigenſchaften aufgefunden hat.

Digitized by Google

Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften.

Nur Weniges können wir in Bezug darauf hier mittheilen, wie man einen Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und den physikalischen Eigenschaften der Verbindungen erkannt hat. Sehr nahe liegt uns noch die Zeit, wo die ersten erfolgreichen Untersuchungen darüber angestellt wurden, und von diesen haben wir nur das hervorzuheben, was mit den im Vorhergehenden besprochenen Gegenständen in engerer Verbindung steht. Wir wollen hier also Einiges anführen über die Kenntnisse, die man sich hinsichtlich der Krystallgestalt der Körper erwarb, über die Entdeckungen, daß verschiedenartig zusammengesetzten Verbindungen gleiche, und gleich zusammengesetzten Verbindungen verschiedene äußere Eigenschaften zustehen können.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

Daß aus einer Lösung durch Abdampfen der darin enthaltene Stoff krystallinisch abgeschieden wird, ist eine so alte Wahrnehmung, als der Gebrauch des Salzes. Geber stellte bereits mehrere künstliche Salze in Krystallen dar; öfters schreibt er Umkrystallisiren als Reinigungsmittel vor. Daß auf die Hervorbringung von mehr oder weniger regelmäßigen Krystallen langsame oder schnelle Abkühlung der Lösung bedeutenden Einfluß ausübt, finde ich zuerst bei Boyle ausdrücklich hervorgehoben. (Beiläufig will ich bemerken, daß das Effloresciren einiger Salzlösungen zuerst von Homberg 1710 beschrieben wurde, und daß Franz Petit 1722 viele Salze auf diese Eigenschaft untersuchte).

Es ist nicht wohl möglich, den Zeitpunkt genauer anzugeben, wo man zuerst die Wahrnehmung machte, daß verschiedene Salze eine verschiedene Krystallgestalt haben. Die Nachrichten der Alten über die äußeren Kennzeichen der Salze sind zu unbestimmt, als daß man aus ihnen etwas ent-

Digitized by Google

nehmen könnte. Cäsalpinus[1]) bespricht in seiner Schrift de metallicis (1596), daß Salpeter, Alaun, Vitriol, Zucker aus ihren Auflösungen immer in denselben Formen anschießen, hielt aber deßungeachtet die Krystallgestalt nicht für ein constantes Kennzeichen der Körper, durch die vorgefaßte Ansicht irre geleitet, daß es nur der organisirenden Kraft zukomme, bestimmte Gestalten zu erzeugen, was also bei den leblosen (unorganischen) Substanzen nicht der Fall sein könne. Auch Boyle, dessen scharfer Beobachtung die verschiedene Krystallgestalt der Salze nicht entgangen war, wagte nicht zu behaupten, daß dieselben Salze immer dieselbe Gestalt haben, daß eine bestimmte Gestalt ihnen eine wesentliche Eigenschaft sei. Salium volatilium, sagt er in dem Chemista scepticus (1661), diversitatem interdum observavi etiam ipsis oculis in eorum figura posse dignosci. Sal quippe cornu cervi adhaerere excipulo in Parallelipipedi fere figura notavi, et salis volatilis ex humano sanguine ostendere tibi possum copiam granorum ex figura praeditorum, quam Geometrae Rhombum appellant; licet asserere non ausim, figuras horum aliorumve crystallorum salinorum (si ita vocare eos licet) eosdem semper fore, quicunque ignis gradus ad eos sursum pellendum adhibitus fuerit, vel quamcunque celeriter adacti fuerint in spiritus liquoresque coire, in quorum imis partibus eos passim observavi post aliquod temporis spatium concrescere. — Auf die Verschiedenheit in den Krystallen, welche aus Auflösungen derselben Substanz, desselben Alkali's z. B., in verschiedenen Säuren anschießen, machte auch Lemery 1675 in seinem Traité de chymie aufmerksam, in einer für den damaligen Zustand der Krystallographie sehr charakteristischen Weise. Er sagt: Si vous faites crystalliser une mesme espèce de matière que vous aurez dissoute en divers vaisseaux par l'esprit de sel, par l'esprit de nitre, par l'esprit de vitriol, par l'esprit d'alun et par le vinaigre, vous remarquerez autant d'espèces de crystaux en figure, qu'il y a eu de dissolutions différentes; les crystaux faits par le vinai-

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

[1]) Andreas Caesalpinus war 1519 zu Arezzo in Toscana geboren. Er wurde Professor der Medicin und Botanik in Pisa, und später Leibarzt des Papstes Clemens VIII. und Professor der Arzneikunde am Collegio della Sapienza in Rom, wo er 1603 starb. Seine hauptsächlichsten Untersuchungen waren auf die Botanik gerichtet; von seinen Schriften mögen, als auf unsern Gegenstand bezüglich, nur seine De metallicis libri tres (1596) genannt werden.

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen.

gre seront plus aigus, que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de nitre; ceux de l'esprit de nitre seront plus aigus que ceux de l'esprit de vitriol, ceux de l'esprit de vitriol seront plus aigus que ceux de l'esprit d'alun, mais de tous ces crystaux, il n 'y en aura point de plus grossiers que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de sel. Das iſt die ganze Unterſcheidung der Kryſtalle, nach ihrer Dicke, und dieſe Dicke hängt nach Lemery ab von der Dicke der Säurepartikeln, und hieraus wieder erklärt er, weßhalb die dickſten Säurepartikeln, die der Salzſäure, Blei und Queckſilber aus ihren Auflöſungen niederſchlagen (vergl. Seite 309 dieſes Theils). Gleich irrig war Homberg's 1702 geäußerte Anſicht, nach welcher die Verſchiedenheit der Baſis in den Salzen die Urſache ihrer verſchiedenen Kryſtallgeſtalt ſein ſollte, ebenſo wie Lemery die Verſchiedenheit der Säure für den Grund dieſer Erſcheinung gehalten hatte. Viel richtiger betrachtete Gulielmini [1]) die Verſchiedenheit in der Kryſtallgeſtalt der verſchiedenen Salze. In ſeiner Dissertatio de salibus ſprach er bereits 1707 aus, daß die kleinſten Partikeln der Salze eine beſtändige und unveränderliche Form haben; daß die Verſchiedenheit der Kryſtallgeſtalt des Kochſalzes, des Vitriols, des Alauns und des Salpeters auf einer Verſchiedenheit der Kryſtallgeſtalt ihrer kleinſten Theilchen beruhe. Als die Grundgeſtalt des Kochſalzes nahm er den Würfel an, als die des Vitriols ein rhombiſches Prisma, als die des Salpeters eine Säule, deren Baſis ein gleichſchenkliches Dreieck iſt (er leitete daraus die Entſtehung der ſechsſeitigen Säulen des Salpeters ab), als die des Alauns eine vierſeitige Pyramide. Aus der Aneinanderlagerung dieſer Grundgeſtalten entſtehen nun nach Gulielmini die Formen, welche die Körper in größeren Maſſen kryſtalliſirt zeigen, und die mit denen der Grundgeſtalten nicht immer übereinſtimmen, obgleich ſie aus ihnen entſtanden ſind. Dieſe Anſichten, welche weiter ausgeführt in Hauy's Betrachtungsweiſe wieder auftreten, zogen indeß damals die Aufmerkſamkeit der Gelehrten nicht auf ſich; falſche Ideen blieben die herrſchenden. Das indeß wurde wenigſtens jetzt allgemein aner-

[1]) Dominico Gulielmini war 1655 zu Bologna geboren; er zeichnete ſich aus als Arzt, als Phyſiker und Chemiker. Er ſtarb als Profeſſor zu Padua 1710. Mit Uebergehung ſeiner phyſikaliſchen und mediciniſchen Schriften führen wir hier nur ſeine Dissertatio de salibus (1707) und de principio sulphureo (1710) an.

Digitized by Google

kannt, daß die Krystallform keine zufällige Eigenschaft, sondern ein bestimmtes Kennzeichen ist, und wie schon Libavius 1597 in seinem Werke de judicio aquarum mineralium vorgeschlagen hatte, die Art der in einem Mineralwasser enthaltenen Substanzen durch Abdampfen und Untersuchen der Gestalt der entstandenen Salze zu bestimmen, gründete auch Stahl 1703 seine Vermuthung, daß die Basis im Kochsalz von gemeinem Kali verschieden sein möge, darauf, daß sie mit den Säuren Salze von verschiedener Krystallform bildet. Die Ansicht, daß Verschiedenheit der Krystallform mit einer Verschiedenheit der Zusammensetzung verbunden sei, schien sich bei dem Fortschreiten der Krystallographie und der analytischen Chemie immer mehr zu bestätigen.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

Diese Ansicht schien vollkommen entwickelt und bestätigt zu sein, als Hauy darauf 1801 seine Classification der Mineralien gründete. Ich habe bereits in der Geschichte der mineralogischen Chemie (Seite 89 dieses Theiles) erwähnt, wie dieses Grundprincip der Hauy'schen Lehre aufgestellt und widerlegt wurde, und mehreres auf die Entdeckung des Isomorphismus Bezügliche angeführt. Auf das dort Gesagte muß ich daher zur Vervollständigung des Folgenden verweisen; hier jedoch ist der Ort, die Entdeckungen über den Zusammenhang zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung nochmals zu betrachten, besonders in Bezug auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen, da sie es hauptsächlich waren (mehr als die natürlich vorkommenden, die Mineralien), an welchen dieser Zusammenhang zuerst richtig erkannt und nachgewiesen wurde.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Hauy's auch auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen ausgedehnter Grundsatz, daß bei allen Körpern, welche nicht in dem regulären System krystallisiren, Eine bestimmte Grundform auch nur Einer Zusammensetzung angehören könne, daß also jede Verschiedenheit der Zusammensetzung sich in einer Verschiedenheit der Krystallgestalt wieder zeigen müsse, — fand bald einzelnen Widerspruch. Schon frühere Beobachtungen auch an künstlichen Verbindungen (vergl. Seite 93) schienen dagegen zu streiten. Leblanc hatte bereits 1787 gezeigt, daß aus einer gemischten Lösung von schwefelsaurem Eisen und schwefelsaurem Kupfer Krystalle entstehen, welche bei völliger Gleichheit der Form sehr wechselnde Mengen der beiden Salze enthalten können; daß Alaun, ohne seine Krystallgestalt zu ändern, bedeutende Mengen Eisenoxyd enthalten kann. Vauquelin hatte ebenfalls schon 1797 Beweise dafür geliefert, daß krystalli-

Digitized by Google

Entdeckung gleicher Kryſtallgeſtalt bei verſchiedener Zuſammenſetzung.

ſirte Körper ganz wechſelnd zuſammengeſetzt ſein können bei unveränderter Kryſtallgeſtalt, daß z. B. in dem Alaun ſehr veränderliche Mengen Ammoniak enthalten ſein können, ohne daß die Kryſtallgeſtalt dadurch irgend verändert wird; und Berthollet beſtritt 1803 in ſeiner Statique chymique die Richtigkeit des Hauy'ſchen Princips geradezu, indem er an mehreren künſtlichen wie auch an vielen natürlichen kryſtalliſirten Subſtanzen nachzuweiſen ſuchte, daß mit der verſchiedenartigſten und allmälig, in unbeſtimmten Proportionen, wechſelnden Zuſammenſetzung eine und dieſelbe Grundgeſtalt verbunden ſein kann. Später (1816) zeigte Gay-Luſſac, daß ein Kryſtall von Kalialaun, in eine Auflöſung von Ammoniakalaun gelegt, ſich darin vergrößert, ohne die Form zu verändern, und daß auf dieſe Art ein kryſtalliſirter Körper aus übereinandergeſchichteten heterogenen Theilchen gebildet werden kann, ein Kryſtall, deſſen Beſtandtheile nicht nach ſtöchiometriſchen Verhältniſſen verbunden ſind, ſondern in variabeln Verhältniſſen ſich vereinigen können. Mit den ſpäter gefundenen Reſultaten der theoretiſchen Forſchung ganz übereinſtimmend ſprach Gay-Luſſac ſich damals über dieſes Zuſammentreten von Körpern in unbeſtimmten Verhältniſſen folgendermaßen aus: Ce résultat tient evidemment à ce que les molécules des deux espèces d'alun ont la même forme, et sont sans doute animées des mêmes forces: il est alors indifférent, pour l'accroissement du crystal, qu'il s'approprie une molécule d'un des sels ou une molécule de l'autre. Ainsi donc, lorsque cette circonstance se présentera, c'est à dire, lorsque des molécules de nature différente pourront également concourir à la formation d'un crystal, on pourra s'attendre à les voir former des composés dans des proportions quelconques. Beudant zeigte 1819, daß Miſchungen aus ſchwefelſaurem Zink, ſchwefelſaurem Eiſen oder ſchwefelſaurem Kupfer, welche zwei dieſer Salze enthalten, entweder wie der Eiſen- oder wie der Zinkvitriol kryſtalliſiren, ungeachtet in einem ſolchen Kryſtall eine oft nicht unbedeutende Menge eines Salzes enthalten iſt, welches für ſich in einer ganz andern Geſtalt kryſtalliſirt. Hauy ſchloß hieraus, daß es Subſtanzen gebe, welche eine große Kryſtalliſationskraft haben, ſo daß ſie im Stande ſeien, in kleinen Mengen einer bedeutenden Quantität eines andern Salzes beigemiſcht, auch dieſem letzteren ihre eigenthümliche Kryſtallgeſtalt aufzudrücken und mitzutheilen. Dieſe Anſicht ſcheint Hauy ſchon 1801 vorgeſchwebt zu haben, als er in Rückſicht auf die Kryſtallgeſtalt des Schwefelarſeniks,

Digitized by Google

das dieselbe Grundgestalt wie der Schwefel hat und doch verhältnißmäßig wenig dem Gewichte nach von Schwefel enthält, die Frage stellte, ob man bei der Classification der krystallisirten Verbindungen als Ursache der Gestalt denjenigen Bestandtheil anzusehen habe, der in der größten Menge darin enthalten sei, oder denjenigen, der der Verbindung seine Eigenthümlichkeit mittheile (qui la marque de son empreinte). Vermöge dieser größeren Krystallisationskraft, die man einzelnen Substanzen beilegte, suchte man nun auch andere Fälle zu erklären, z. B. daß verschiedene kohlensaure Salze, die gewöhnlich kleine Mengen kohlensauren Kalkes enthalten, in der Form des letzteren Salzes krystallisiren, u. s. w.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Diese Ansichten, welche nur als nothgedrungene Erweiterungen des Hauy'schen Grundprincips anzusehen, und deßungeachtet damit in keiner Weise in Uebereinstimmung zu bringen waren, fanden ihre vollkommene Widerlegung in Mitscherlich's Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und krystallinischer Gestalt. Die ersten Resultate darüber legte er der Berliner Akademie gegen das Ende des Jahres 1819 vor; im folgenden Jahre wurden seine Arbeiten allgemeiner bekannt, und auch sogleich von den meisten Chemikern angenommen. Mitscherlich fand, daß Körper von ganz verschiedener Zusammensetzung, wo der eine nicht die geringste Menge von dem andern enthält, gleiche Krystallform haben können, und daß gleiche Krystallform nicht allgemein vollkommene gleiche Zusammensetzung andeutet, wohl aber ähnliche Zusammensetzung aus verschiedenen Elementen; daß also gleiche Atomconstitution öfters von derselben Krystallgestalt begleitet und als Ursache dieser Uebereinstimmung anzusehen ist. Er bewies dieses zuerst für die arsenik- und die phosphorsauren Salze, die mit derselben Basis in demselben Sättigungsgrade vereinigt, und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, Salze von vollkommen gleicher Krystallgestalt geben, die sogar in den secundären Formen völlig unter einander übereinstimmen. Er bewies dieses für die verschiedenartigsten Salze dieser Säuren, sei darin Kali, Natron, Ammoniak, Baryt oder Bleioxyd enthalten, sowie für ihre Doppelsalze mit Natron und Ammoniak. Aus diesem speciellen Falle, wo sich also Arsenik und Phosphor nach gleichen Atomen in ihren Verbindungen ohne Formänderung vertreten können, zog Mitscherlich den allgemeinen Schluß, daß die Krystallgestalt der Verbindungen auf der Anzahl der darin enthaltenen Atome und auf der Art, wie diese in binären Verbindungen vertheilt sind,

Entdeckung des Isomorphismus.

Digitized by Google

Entdeckung des Iſomorphismus.

beruhe; daß aber die Verſchiedenheit der Elemente hierin keine Veränderung hervorbringe. Solche Körper, welche ſich nach wechſelnden Verhältniſſen oder ganz in Verbindungen vertreten können, ohne Aenderung der Kryſtallgeſtalt zu veranlaſſen, und welche überdieß in unbeſtimmten Proportionen mit einander kryſtalliſiren können, nannte Mitſcherlich iſomorphe (ἰσόμορφος, gleichgeſtaltig). Dieſen Satz, daß Verbindungen iſomorpher Elemente von gleicher atomiſtiſcher Conſtitution ſtets dieſelbe Kryſtallgeſtalt haben, wies Mitſcherlich ſogleich noch für eine große Anzahl anderer Verbindungen nach. Er zeigte, daß Nickeloxyd, Zinkoxyd und Bittererde, mit Schwefelſäure neutraliſirt und mit derſelben Anzahl Atome Waſſer verbunden, vollkommen gleiche Kryſtallgeſtalt haben, daß daſſelbe für Kobalt- und Eiſenoxydul ſtattfindet. Aus dem Umſtande, daß Kalk, Bittererde, Zinkoxyd, Mangan- und Eiſenoxydul mit Kohlenſäure verbunden ohne weſentlichen Unterſchied in der Form kryſtalliſiren, zog Mitſcherlich den Schluß, daß dieſe Baſen überhaupt iſomorph ſind, daß z. B. ihre Verbindungen mit Schwefelſäure auf gleiche Art kryſtalliſiren müſſen, und er fand in der That, daß alsdann ein Unterſchied der Kryſtallgeſtalt nur in dem Falle ſtattfindet, wenn wegen verſchiedenen Waſſergehalts die atomiſtiſche Conſtitution nicht dieſelbe iſt. Mitſcherlich zeigte weiter, daß in den von Leblanc und Beudant nachgewieſenen Fällen, wo zwei Salze (z. B. Eiſenvitriol und Zinkvitriol) von verſchiedener Kryſtallgeſtalt (und ungleichem Waſſergehalt) zuſammen kryſtalliſiren und die Form eines der Salze annehmen, — daß alsdann der Waſſergehalt dieſes Salzes auch der des andern mit ihm zuſammenkryſtalliſirten iſt; daß alſo bei einem ſolchen Zuſammenkryſtalliſiren beide Salze gleiche atomiſtiſche Conſtitution haben, während ſie einzeln, verſchieden kryſtalliſirend, verſchiedene beſitzen. Er zeigte aber auch, daß alle dieſe Salze, wenn ſie mit ſchwefelſaurem Kali oder Ammoniak Doppelſalze eingehen, alsdann eine gleiche Atomconſtitution und vollkommen gleiche Kryſtallform beſitzen. Auf dieſe Art beſtimmte Mitſcherlich verſchiedene Gruppen iſomorpher Körper als ſolche, die in gleichen Atomverhältniſſen mit einem dritten Beſtandtheile, ſei dieſer letztere noch ſo zuſammengeſetzt, verbunden, Verbindungen von gleicher Kryſtallgeſtalt hervorbringen; er begründete die Lehre vom Iſomorphismus, die vom Jahre 1820 an, wo ſie bekannter wurde, eine der wichtigſten Stellen in dem theoretiſchen Theile der Chemie einnahm. Den Einfluß dieſer Lehre auf die Stöchiometrie haben wir bereits oben Seite 397 wahrgenommen, und

Digitized by Google

ihre Wichtigkeit für die mineralogiſche Chemie iſt gleichfalls ſchon Seite 92 ff. beſprochen worden.

Entdeckung ungleicher Eigenſchaften bei gleicher Zuſammenſetzung.

An die vorſtehende Geſchichte des Erkenntniſſes eines Zuſammenhanges zwiſchen chemiſcher Conſtitution und Kryſtallform knüpft ſich die Beſprechung eines andern Gegenſtandes, nämlich ob Verbindungen aus denſelben Beſtandtheilen und in denſelben Verhältniſſen in ihren Eigenſchaften identiſch ſein müſſen; und zwar aus dem Grunde, weil die Kryſtallgeſtalt der erſte Anhaltspunkt war, hierüber entſcheiden zu laſſen.

Vor dem 19. Jahrhundert erſchien es, ſo lange überhaupt die quantitative Zuſammenſetzung von Verbindungen unterſucht wurde, allgemein angenommen, daß dieſelben Beſtandtheile in denſelben Gewichtsverhältniſſen zuſammentretend identiſche Verbindungen hervorbringen müſſen.

Entdeckung des Dimorphismus.

In Hauy's Anſichten finden wir es namentlich ausgeſprochen, daß Körper von gleicher chemiſcher Zuſammenſetzung gleiche Kryſtallform beſitzen. Schon zu jener Zeit waren indeß Fälle bekannt, welche in Bezug hierauf zu widerſprechen ſchienen. Schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts hatte Vauquelin die chemiſche Identität zweier der Kryſtallform nach verſchiedenen Mineralien, des Anataſes und des Rutils, darzuthun geſucht; für den Kalkſpath und den Arragonit hatten Klaproth und Vauquelin zu derſelben Zeit abſolut dieſelbe Zuſammenſetzung gefunden; Thénard zeigte 1800 mit allen damals der Analyſe zu Gebote ſtehenden Hülfsmitteln, daß darin nur Kohlenſäure und Kalk, und zwar in denſelben Gewichtsmengen vereinigt, enthalten ſind. Hauy ſprach 1801 ſeine Hoffnung aus, daß fortgeſetzte Unterſuchungen doch wohl noch einen Unterſchied in ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung darthun würden. Dies ſchien ſich wirklich zu bewähren, als 1813 Stromeyer die Entdeckung machte, daß alle von ihm unterſuchten Exemplare von Arragonit auch kohlenſauren Strontian, wenn auch in geringer und veränderlicher Menge, enthielten, welcher Gehalt dem Kalkſpath gänzlich abgeht, und alſo einen Unterſchied in der Zuſammenſetzung zu begründen ſchien. Die Anſicht, daß Subſtanzen von derſelben procentiſchen Zuſammenſetzung auch gleiche Eigenſchaften, namentlich gleiche Kryſtallform haben, ſchien hiernach auf's neue beſtätigt zu ſein, und alle davon abweichenden Fälle ſchienen nur die noch unvollkommene Kenntniß der betreffenden Subſtanzen anzudeuten. Aber Mitſcherlich zeigte 1821 durch unwiderlegliche Beiſpiele, daß Körper, die aus denſelben Beſtandtheilen in denſelben Verhältniſſen zuſammengeſetzt ſind, zwei verſchiedene Formen

Digitized by Google

annehmen können; er zeigte dies zuerſt an dem ſauren phosphorſauren Natron, und 1823 an dem Schwefel; dieſem Beiſpiele reihten ſich bald mehrere an, und die durch dieſe Thatſachen bewieſene Lehre vom Dimorphismus (δίμορφος, doppelgeſtaltig) kann als ſeit dieſer Zeit allgemein angenommen betrachtet werden (vergl. noch kohlenſauren Kalk).

Entdeckung der Iſomerie und Polymerie.

Eine andere Entdeckung, die hierher gehört, iſt die der Iſomerie und Polymerie, nämlich verſchiedener phyſikaliſcher und auch chemiſcher Eigenſchaften bei Verbindungen von gleicher Zuſammenſetzung, was die Beſchaffenheit der Beſtandtheile und die Gewichtsverhältniſſe derſelben betrifft. Vor dem Jahre 1825 betrachtete man einen ſolchen Umſtand als ein Anzeichen, daß entweder in der Beobachtung der Eigenſchaften oder in der Ausmittelung der Zuſammenſetzung bei einer der Verbindungen ein Irrthum vorgefallen ſei, ſelbſt wenn die Unterſuchungen von den zuverläſſigſten Chemikern geführt worden waren, wie dies z. B. der Fall war, als Wöhler 1823 für die Zuſammenſetzung der Cyanſäure und Liebig 1824 für die Zuſammenſetzung der Knallſäure gleiche Reſultate erhielten. Faraday machte 1825 in einer Unterſuchung über die Kohlenwaſſerſtoffverbindungen wieder darauf aufmerkſam, daß bei gleicher Zuſammenſetzung ein derartiger Unterſchied exiſtiren kann, indem er Verbindungen aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff fand, welche, dem Gewichte nach ganz gleich zuſammengeſetzt, in ihren Eigenſchaften gänzlich differirten, und wobei ſich noch zeigte, daß das ſpecifiſche Gewicht im Gaszuſtande verſchieden war, daß alſo in dem einen die Elemente ſich in einem condenſirteren Zuſtande als im andern befanden, daß bei dem einen auf daſſelbe Volum im Gaszuſtand eine größere Anzahl einfacher Atome kam, als im andern. Hier konnte indeß noch Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung in einem gewiſſen Sinne angenommen werden, inſofern das zuſammengeſetzte Atom des einen Körpers mehr Atome der Elemente in ſich enthielt, als das des andern, aber bald wurden auch Verbindungen bekannt, wo ſelbſt dieſer Unterſchied in der Conſtitution wegfiel. Berzelius machte darauf aufmerkſam, daß es zwei Zinnoxyde von gleicher Zuſammenſetzung aber ungleichen Eigenſchaften gebe; Clark wies 1828 für die Phosphorſäuren Unterſchiede nach, durch Unterſuchung des geglüheten und des nicht geglüheten phosphorſaueren Natrons; Magnus fand 1830, daß verſchiedene kryſtalliſirte Mineralien durch Schmelzen ein anderes ſpecifiſches Gewicht bekommen, ohne an Gewicht zu verlieren (da mit dieſer Veränderung auch eine Abänderung der chemiſchen Eigenſchaften verbunden iſt, ſo gehört auch

Digitized by Google

Entdeckung der Isomerie und Polymerie.

dieſe Entdeckung hierher), und endlich fand Berzelius 1830 für zwei verſchiedene organiſche Säuren, die Weinſäure und die Traubenſäure, ganz identiſche Zuſammenſetzung und gleiche Gewichtsverhältniſſe bei Verbindung dieſer Säuren mit Baſen. Berzelius betrachtete demnach ſeit 1830 ſolche Verbindungen, von gleicher Zuſammenſetzung und ungleichen Eigenſchaften, als isomere (ἰσομερής, aus gleichen Theilen zuſammengeſetzt), und 1831 unterſchied er genauer ſie als polymere, ſolche, wo die relativen Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile in den verſchiedenen Verbindungen gleich ſind, aber die abſolute Anzahl der einfachen Atome in Einem Atom der verſchiedenen Verbindungen, das Atomgewicht, verſchieden iſt, und als metamere, wo die relativen Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile und auch das Atomgewicht der beiden Verbindungen gleich ſind, wo aber die Elemente in verſchiedener Art zu näheren Beſtandtheilen gruppirt ſind.

Digitized by Google

Geschichte der chemischen Nomenclatur und Zeichenlehre.

Mit der sich entwickelnden Einsicht in die chemische Verwandtschaft und in ihre Wirkungen, mit der sich vermehrenden Kenntniß der chemischen Verbindungen verändert sich die Art, sie zu benennen und durch besondere Charaktere zu bezeichnen. Wir wollen die Aenderungen, welche die chemische Nomenclatur und Zeichenlehre erfuhr, hier etwas ausführlicher betrachten.

Geschichte der chemischen Nomenclatur.

Die Geschichte der chemischen Nomenclatur zeigt deutlicher, als irgend eine andere, die verschiedenen Zustände der Wissenschaft in den aufeinanderfolgenden Zeitaltern; mit der nur empirischen Kenntniß von Thatsachen war eine nur empirische Bezeichnung derselben verbunden; mit der Aufklärung der Ursachen der Erscheinungen, mit der Erkenntniß der Zusammensetzung chemischer Substanzen bahnte sich allmälig eine geordnete rationelle Nomenclatur ihren Weg.

Älteste chemische Nomenclatur.

Die ältesten Bezeichnungen für chemische Substanzen sind theils ganz allgemeine, theils von dem Ursprunge, von dem Fundorte, entlehnte. So wird das Wort sal für alles salzig Schmeckende seit den ältesten Zeiten gebraucht; später (im 8. Jahrhundert) wird zum Zwecke specieller Bezeichnung ein an den Ursprung oder an die Art des Vorkommens erinnerndes Wort (sal maris, sal πέτρης, sal armoniacum) hinzugefügt. Bei Geber findet man noch in keiner Weise irgend einen Leitfaden in der Benennung der Substanzen; sie sind fast alle Trivialnamen. Auch die europäischen Alchemisten vom 13. Jahrhundert an unterschieden die schon länger bekannten Körper nur nach den Trivialnamen, die neu entdeckten nach besonders hervorstechenden Eigenschaften; so für den Weingeist der Name aqua ardens. Wo eine Verallgemeinerung einer Bezeichnung stattfand, da war sie verwirrend, wie denn z. B. von eben dieser Zeit an alles flüchtige Flüssige mercurius genannt wurde; das reine Queckſilber mercurius communis ebensowohl, wie auch wieder

Digitized by Google

der Weingeiſt mercurius vegetabilis. Mit dieſer Unbeſtimmtheit verband ſich in jener Zeit noch die Sucht, bildliche Bezeichnungen zu geben. So ſehen wir z. B. den Salmiak noch mit den Namen anima sensibilis, cancer, aquila, lapis aquilinis, lapis angeli conjungentis, aqua duorum fratrum ex sorore u. a. belegt, und dieſe Probe mag hinreichen, das Sinnreiche dieſer Bezeichnungen, wovon viele uns jetzt ganz unverſtändlich ſind, würdigen zu laſſen. In dieſer und der zunächſt folgenden Zeit, vom 13. bis zum 18. Jahrhundert, wurden die verſchiedenen Verbindungen nur nach ihren ausgezeichnetſten phyſikaliſchen, ſeltener chemiſchen, Eigenſchaften benannt; der Dickflüſſigkeit wegen benannte man ſchon frühe das oleum tartari ähnlich wie das oleum vitrioli, und ſtellte ſpäter das oleum martis damit in Eine Kategorie. Was ſich in Waſſer löſte und auf der Zunge einen Geſchmack gab, hieß sal; sal tartari, sal nitri ſtanden ſtets zuſammen, und das sal succini reihte ſich ihnen im Anfange des 17. Jahrhunderts nach damaligen Begriffen ganz folgerecht an. Ebenſo verſchiedene Begriffe ſchloſſen die ganz ähnlichen Bezeichnungen cremor tartari und cremor calcis; spiritus fumans, spiritus vini, spiritus nitri, spiritus salis ammoniaci causticus; flores zinci, flores sulphuris und viele andere ein. Nach dem verſchiedenen Geſchmack unterſchied man die salia acida und die salia alcalina, nach der Flüchtigkeit theilte man die letzteren in salia alcalina fixa und salia alcalina volatilia. War eine metalliſche Verbindung gelb oder gelbroth, ſo wurde ſie Crocus, war ſie ſchwarz, ſo wurde ſie Aethiops genannt. Mit der Entdeckung einer größeren Anzahl Verbindungen, namentlich von Salzen, im 17. Jahrhundert, nahm man ſeine Zuflucht zu dem Namen des Entdeckers, wo hervorſtechende phyſikaliſche Eigenſchaften fehlten. Die letzteren, mit Angabe des Stoffes, aus dem die Verbindungen erhalten waren, genügten, um von dem butyrum antimonii den spiritus fumans, das oleum arsenici, das butyrum zinci und die resina cupri zu unterſcheiden; bei den Salzen ſetzte man den Namen des Entdeckers, oder Desjenigen, der es hauptſächlich in Anwendung brachte, hinzu, und die Bezeichnungen sal febrifugum oder digestivum Sylvii, sal mirabile Glauberi, sal polychrestum Glaseri u. ſ. w. waren doch mindeſtens beſſer als die gleichzeitig gebrauchten Arcanum duplicatum, sal de duobus, Panacaea duplicata und ähnliche.

Aelteſte chemiſche Nomenclatur.

In dem Zeitalter der Alchemie machte ſich jeder Chemiker ſeine Nomenclatur nach eigenem Belieben, nur für die gewöhnlichſten Subſtanzen

Digitized by Google

Aelteſte chemiſche Nomenclatur.

ſtimmen die Benennungen der verſchiedenen Chemiker manchmal überein. In dem Zeitalter der mediciniſchen Chemie bleibt die Nomenclatur zwar eine durchaus principloſe, allein ſie beruht doch da ſchon mehr auf allgemeiner Convenienz, und dieſelben Worte werden bei den verſchiedenen Schriftſtellern für dieſelben Subſtanzen gebraucht. Gegen das Ende des 17. Jahrhunderts begann man endlich, gleichartige Namen auf Gleichartigkeit der Eigenſchaften zu gründen, welche ſich von einer Aehnlichkeit der Zuſammenſetzung herſchreibt. So unterſchied man damals ſchon die ſchwefelſauren Salze als Vitriole (ein Ausdruck, mit dem Baſilius Valentinus noch im 15. Jahrhundert alle kryſtalliſirten Metallſalze bezeichnete), man fügte den bekannten Metallvitriolen auch das ſchwefelſaure Kali als tartarus vitriolatus oder nitrum vitriolatum bei; die ſalpeterſauren Salze fing man ebenſo an, allgemein als Salpeter zu bezeichnen; was auf glühenden Kohlen verpufft, war ein Salpeter; man unterſchied von dem gemeinen Salpeter den cubiſchen Salpeter, Glauber's flammenden Salpeter, den Silberſalpeter und den Bleiſalpeter. Dieſe ähnlichen Namen bezeichnen meiſt Gleichheit der Säure, nur in ſelteneren Fällen finden wir Salze von verſchiedenen Säuren, aber von derſelben Baſis mit ähnlich klingenden Namen belegt, z. B. die Unterſcheidung zwiſchen dem gewöhnlichen Salmiak und Glauber's geheimem Salmiak. — Ebenſo deuteten die ähnlichen Namen Hornblei und Hornſilber eine Aehnlichkeit der Eigenſchaft und auch der Zuſammenſetzung an, und noch viele andere Beiſpiele ließen ſich hier anführen, welche indeß beſſer in der ſpeciellen Geſchichte der betreffenden Subſtanzen Erwähnung finden, wo ich die Nomenclatur berückſichtigen werde. Wie indeß es noch im Anfange des 18. Jahrhunderts mit der chemiſchen Nomenclatur in einzelnen Fällen ausſah, zeigt der Name magnesia alba, den man dem damals zuerſt verbreiteten Arzneimittel beilegte, weil man darin eine große Aehnlichkeit mit dem Braunſtein, der magnesia nigra, zu finden glaubte.

Dieſer verworrene, nur in ſehr wenig Fällen entfernt conſequente, Sprachgebrauch dauerte bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts. In den wenigen verallgemeinerten Bezeichnungen, die ſich in dem Vorſtehenden finden, muß man deßungeachtet die Grundlage unſerer heutigen Nomenclatur ſuchen. Es waren um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzüglich Macquer und Baumé, welche auf der Nothwendigkeit beſtanden, ähnlich zuſammengeſetzte Subſtanzen durch ähnliche Namen zu bezeichnen, und die beſonders allgemeinere Benennungen, wie Vitriole, Salze u. ſ. w., in

Digitized by Google

Bergman's Nomenclatur.

Gang zu bringen ſuchten. Ihren, jedoch noch ziemlich unvollkommenen, Bemühungen trat von 1770 an Bergman bei, und verſuchte gleichfalls, für ſolche Verbindungen, deren Beſtandtheile er mit Sicherheit zu kennen glaubte, paſſende zuſammengeſetzte Namen zu geben. Da indeß Bergman zugleich ſeine Benennungen auf die ältere Nomenclatur zu ſtützen ſuchte, ſo entſtanden bei ihm Weitſchweifigkeiten, die ſeiner Nomenclatur gerade nicht zum Vortheil gereichten; die verſchiedenen cauſtiſchen Alkalien unterſchied er z. B. von dem kohlenſauren als reines fixes vegetabiliſches Alkali, reines fixes mineraliſches Alkali, reines flüchtiges Alkali, von dem luftvollen fixen vegetabiliſchen und luftvollen fixen mineraliſchen Alkali u. ſ. w., und erſt ſpäter, 1782 in ſeinem Entwurf eines neuen Mineralſyſtems, brauchte er für die erſteren einfach die Ausdrücke Potaſſinum, Natrum und Ammoniacum. Zu dieſer Zeit machte Bergman Vorſchläge über die chemiſche Nomenclatur, welche in mehrfacher Hinſicht mit den gleich zu beſprechenden von Guyton übereinſtimmen. Bergman meinte damals, man ſolle jeder Säure einen einfachen Namen geben, ſo z. B. die ſalpetrige Säure einfach nitreum, die Salpeterſäure nitrosum nennen; die Salze Einer Säure ſollten ſämmtlich Einen Genusnamen erhalten, und die Zufügung der Baſe die Species bezeichnen, wie er denn z. B. für vitrioliſirten Weinſtein die Benennung vitriolicum potassinatum, für Selenit vitriolicum calcareatum vorſchlug. Allein Bergman ſelbſt führte keinen ſeiner Vorſchläge conſequent ſelbſt durch; in ſeinen verſchiedenen Schriften finden ſich verſchiedene Principien der Nomenclatur befolgt. So nimmt er in ſeiner Sciagraphia den Genusnamen von der Baſe, und den Speciesnamen von der Säure; er braucht hier z. B. für die verſchiedenen Natronſalze die Bezeichnungen alcali minerale aëratum (kohlenſaures), vitriolatum, nitratum, salitum u. ſ. w., für die Magneſiaſalze magnesia aërata, vitriolata, nitrata, salita u. ſ. f. — Wenn aber auch Bergman nicht ganz einig mit ſich war, welches Princip der Nomenclatur in der Chemie einzuhalten ſei, ſo ſah er doch die Nothwendigkeit einer Umgeſtaltung der Nomenclatur, einer Zurückführung derſelben auf feſte Grundſätze, deutlich ein, und nach allen Kräften trug er dazu bei. Noch in den letzten Tagen ſeines Lebens ſchrieb er an Morveau, welcher damals mit der Reform der chemiſchen Namen beſchäftig war, und rieth ihm, ſtreng zu verfahren und keine ungeeignete Benennung beizubehalten, wenn ſie auch langjährigen Gebrauch für ſich hätte. Er ſolle eine neue rationelle Nomenclatur einführen; »Jene,

Digitized by Google

die ſchon unterrichtet ſind, werden ſie leicht verſtehen, und Jene, die noch nicht unterrichtet ſind, werden ſie noch weit eher verſtehen," meinte Bergman.

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Alle früheren Vorſchläge und Verbeſſerungen waren nur auf verhältnißmäßig wenige chemiſche Subſtanzen gegangen, kein allgemeines Princip war befolgt, was für die Benennung neu darzuſtellender Verbindungen einen Leitfaden hätte abgeben können. Guyton de Morveau war der Erſte, der 1782 für die Salze eine conſequente Nomenclatur durchzuführen ſuchte. Die Veranlaſſung für ihn war, daß er ſich anheiſchig gemacht hatte, den chemiſchen Theil der zu jener Zeit erſcheinenden Encyclopédie méthodique zu bearbeiten, und er ſah ein, wie nothwendig für den Erfolg einer angemeſſenen Darſtellung der Gebrauch einer richtigen Bezeichnungsmethode ſein mußte. Zugleich aber auch überzeugt, daß die Einführung einer beſſeren Nomenclatur nur dann von Nutzen ſein könne, wenn ihr der Beitritt der übrigen Chemiker geſichert ſei, publicirte er vor ihrer Anwendung einen Entwurf derſelben in dem Journal de Physique (1782). Dieſer Entwurf gründete ſich auf die phlogiſtiſche Theorie, welcher Morveau zu dieſer Zeit noch anhing; der wichtigſte Theil deſſelben beſchäftigte ſich mit der Benennung der Salze und ihrer Beſtandtheile, und folgende Mittheilung einiger von Morveau dafür in Vorſchlag gebrachten Namen mag zeigen, inwiefern ſich ſeine Methode unſerer heutigen bereits nähert.

Acides	Sels	Bases
Vitriolique	Vitriols	Phlogistique
nitreux	nitres	calce
arsénical	arséniates	barote
boracin	boraxs	or
fluorique	fluors	argent
citronien	citrates	mercure
oxalique	oxaltes	cuivre
sébacé	sébates	esprit de vin

Wir finden hier zuerſt alle Säuren wirklich als acides benannt; jede einzelne in der Art, daß dem Gattungsnamen acide ein diſtinguirendes Adjectiv, von dem Urſprunge der Säuren abgeleitet, beigefügt wird. Als das Bedeutendſte in dieſem Vorſchlage müſſen wir indeß die große Einfachheit anerkennen, mit welcher Morveau die Salze benannte, nämlich allgemein von der Säure den Geſchlechtsnamen zu entlehnen, und ihr den

Digitized by Google

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Namen der Base als Gattungsbezeichnung beizufügen, also zu sagen vitriol d'argent, vitriol de cuivre, de barote, nitre de mercure, fluor de calce u. s. w., um die Bestandtheile der Salze durch die bloße Benennung auszudrücken. Dieses ist aber auch fast Alles, was von Guyton's erster Nomenclatur später beibehalten wurde; in den Endungen der Bezeichnungen für die Säuren, für die Salze, finden wir keine Analogie; nur in wenigen Fällen begegnen wir hier Flexionen, welche noch jetzt im Gebrauch sind, und diese scheinen mehr durch Zufall so geworden zu sein, als bestimmter Ueberlegung ihre Aufstellung zu verdanken.

Morveau's Nomenclatur von 1782 fand lebhaften Widerspruch, sowohl von Seiten der Antiphlogistiker, weil sie sich auf ein von ihnen für falsch erkanntes System stützte, als auch von Seiten der Phlogistiker, die darin zu viel Neuerungen fanden. Für die ersteren indeß war die Einführung einer neuen Sprachweise in der Chemie ein großes Bedürfniß, da sie in den älteren phlogistischen Ausdrücken kaum ihre Ansichten verdeutlichen konnten; als daher Morveau zu ihrer Theorie übertrat, und im Anfange des Jahres 1787 selbst nach Paris kam, wurde von Lavoisier der Plan, eine Reform in dieser Hinsicht durchzuführen, aufgenommen; er vereinigte sich mit Morveau, Berthollet und Fourcroy, und legte schon im April dieses Jahres der Akademie den Plan zu einer neuen Nomenclatur vor, an deren Ausarbeitung jedoch die beiden Letzteren nur untergeordneten Antheil genommen zu haben scheinen. An dieser verbesserten Nomenclatur hat Lavoisier ohne Zweifel den größten Antheil; in seinem Namen stattete er der Akademie Bericht ab über die allgemeinen Grundsätze, welche bei der Aufstellung derselben befolgt worden waren, während Morveau die Einzelnheiten derselben der Akademie vorlegte. Lavoisier hob in seinem Berichte hervor, daß die Benennung der Körper zugleich über ihre Natur Aufschluß geben soll; daß also für die einfachen Substanzen, denen nicht schon lange Gewohnheit einen nur schwer abzuändernden Namen gegeben habe, Bezeichnungen zu wählen seien, welche die allgemeinste Eigenschaft derselben ausdrücken; einmal um dem Gedächtnisse zu Hülfe zu kommen, welches neue bedeutungslose Wörter nur schwer behalte und leicht verwechsele, und dann, um überhaupt davon abzugewöhnen, Bezeichnungen anzuwenden, ohne damit einen Begriff auszudrücken. Für die meisten einfachen Stoffe, die schon länger bekannten Metalle, Alkalien und Erden, behielten sonach die französischen Chemiker die frühere Bezeichnungsweise bei, während sie

Digitized by Google

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

als neue Elemente das Oxygène, das Hydrogène und das Azote nannten. Um die einfacheren Verbindungen aus zwei Beſtandtheilen zu benennen, beachteten ſie, daß dieſe Verbindungen meiſt ſaurer oder baſiſcher Natur ſind. Sie glaubten, ſchon durch den Namen ausdrücken zu müſſen, ob eine Verbindung einer dieſer Klaſſen angehört, und führten deßhalb die Bezeichnungen acide und oxyde als allgemeine Namen ein, denen zur Unterſcheidung der Name des Stoffs, aus welchem eine ſolche Verbindung entſteht, beigefügt wird. Den Wörtern, welche zur Unterſcheidung der Säuren hinzugefügt werden, gaben ſie im Allgemeinen die adjectiviſche Endung ique, welche ſpäter auch in die lateiniſche Nomenclatur überging; nur in dem Falle, wo ſich ein Radical in verſchiedenen Verhältniſſen mit Sauerſtoff verbindet, unterſchieden ſie die weniger Sauerſtoff enthaltenden Säuren durch die Endung auf eux, und wir ſehen hier zuerſt acide sulfureux von acide sulfurique, acide nitreux von acide nitrique mit Rückſicht auf die verſchiedene Zuſammenſetzung unterſchieden. Für die Salze behielten ſie im Allgemeinen die Nomenclatur Morveau's bei, mit der ſchärferen Angabe, daß alle Salze einer Säure, deren Radical ſich nur in Einem Verhältniß mit Sauerſtoff verbindet, auf ates endigen ſollten (borates, muriates, benzoates ꝛc.), daß, wo Säurebildung in verſchiedenen Proportionen mit Sauerſtoff ſtatthat, die Salze der weniger Sauerſtoff enthaltenden Säure auf ites, der mehr Sauerſtoff enthaltenden auf ates endigen ſollten (nitrites für die ſalpetrigſauren, nitrates für die ſalpeterſauren Salze, ebenſo sulfites, sulfates ꝛc.).

Das Vorhergehende mag hinreichend ſein, um zu zeigen, daß die von Lavoiſier und Guyton de Morveau aufgeſtellte Nomenclatur im Weſentlichen die heute noch befolgte iſt. Ihre Vorzüglichkeit und Naturgemäßheit zeigte ſich beſonders daran, mit welcher Leichtigkeit ſie, die zunächſt nur für die franzöſiſche Sprache ausgedacht war, ſich in allen anderen Sprachen nachbilden ließ. Dieſe Nomenclatur wurde 1787 durch eine eigene von Lavoiſier, Morveau, Berthollet und Fourcroy gemeinſchaftlich herausgegebene Schrift bekannt; in Frankreich wurde ſie bald die allgemein eingeführte, in England bedienten ſich ſchon Black und andere ausgezeichnete Chemiker derſelben; auch in Deutſchland, wo die Phlogiſtontheorie noch am längſten Vertheidiger fand, wurde ſie ſeit 1791 von Einigen gebraucht, und immer allgemeiner angewandt, obgleich noch gerade in dieſem Jahre Wiegleb, ein Chemiker von bedeutender Autorität zu dieſer Zeit, über dieſelbe äußerte: »Die franzöſiſchen Chemiker — — — ließen ſich einfallen,

Digitized by Google

eine ganz neue chemiſche Kunſtſprache zu entwerfen. Allein ſie hat ſelbſt in Frankreich keinen allgemeinen Beifall gefunden, von den Ausländern iſt ſie aber mit Einer Stimme verworfen worden.“ Wiegleb irrte ſich; noch vor 1800 war ſie in die deutſche Sprache übergegangen, und von den meiſten Chemikern gebraucht. Unter Denjenigen, welche um 1800 mit Erfolg bemüht waren, dieſe Nomenclatur in Deutſchland heimiſch zu machen, und die überhaupt für die Ausbildung der deutſchen chemiſchen Kunſtſprache ausgezeichnet viel geleiſtet haben, verdienen vorzüglich Gren (der ihr in Deutſchland Eingang verſchaffte, ohne allen Lehrſätzen der Lavoiſier'ſchen Theorie beizutreten) und Gilbert erwähnt zu werden, welcher Letztere als Herausgeber eines der geachtetſten deutſchen Journale auch beſonders Gelegenheit hatte, ſich in dieſer Hinſicht Verdienſte zu erwerben.

Widerſprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

Lavoiſier's Anſicht, daß die Benennung einer Subſtanz uns zugleich über ihre Natur, über die Art ihrer Beſtandtheile und ſogar über das relative Zuſammenſetzungsverhältniß derſelben belehren ſolle, breitete ſich zwar bald allgemein aus, erfuhr indeß doch auch Widerſpruch von Gelehrten, denen ſonſt ein ſehr gültiges Urtheil zuſtand. Es ſind in dieſer Beziehung nicht die Phlogiſtiker gemeint, welche aus blindem Vorurtheil eine Bezeichnungsmethode verwarfen, weil ſie ein anderes Syſtem repräſentirte, als das ihrige; aber noch 1812 ſprach ſich über das Princip der Lavoiſier'ſchen Nomenclatur ein Chemiker mißbilligend aus, deſſen Anſichten überhaupt oft von denen Lavoiſier's abwichen. Humphry Davy war der Anſicht, daß überhaupt eine Nomenclatur keine Anſicht ausdrücken ſolle, denn eine theoretiſche Anſicht könne wechſeln, und es ſei damit ein Umſturz aller früheren Benennungen gegeben. So z. B. müſſe mit der Zerlegung von Körpern, die im Lavoiſier'ſchen Syſtem als einfach gelten, eine gänzliche Abänderung der darauf gegründeten Nomenclatur verbunden ſein. Davy meinte, die Trivialnamen, welche keine Conſtitution ausdrücken, ſeien eben deßhalb die beſten. Für Körper, die als ähnliche zu betrachten ſind, welches auch die Anſicht über ihre Conſtitution ſei, ſolle man ähnliche Bezeichnungen wählen. So z. B. könne man alle Metalle in der lateiniſchen Nomenclatur auf um endigen laſſen; der Begriff der Oxyde, unwandelbar, wie auch die Anſicht über die Conſtitution der Oxyde ſei, könne durch die Flexion auf a ausgedrückt werden, und man ſolle z. B. aura, plumba, calca, potassa für die Oxyde von aurum, plumbum, calcium, potassium ſagen. Auf ſehr zuſammengeſetzte Körper, meint Davy,

Digitized by Google

Widerſprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

ſei ohnehin das Lavoiſier'ſche Nomenclaturprincip nicht anwendbar, während er z. B. die Chlormetalle ſehr einfach durch plumbana, argentana, calcana, potassana u. ſ. w. bezeichnete. Noch 1814 ſchlug Davy vor, die ähnlichen Fluormetalle durch eine ähnliche Endung als plumbala, calcala u. ſ. w. zu unterſcheiden, die Jodmetalle aber plumbama, calcama u. ſ. w. zu nennen. Davy ſtand damals mit ſeiner Nomenclatur ſehr allein; in unſerer Zeit ſcheinen einige Chemiker verſuchen zu wollen, ein ähnliches Sprachprincip in Aufnahme zu bringen.

Es ſcheint mir unnöthig, andere Einwürfe und Verdrehungen der Lavoiſier'ſchen Nomenclatur hier zu erzählen; ſie haben zu keiner Zeit gefehlt. Ein Hauptvorzug dieſer war es, in alle anderen Sprachen übertragen werden zu können, und namentlich der von allen Gelehrten gekannten, der lateiniſchen, ſich eng anzuſchließen. Der Particularismus einzelner Gelehrten verurſachte mehrfach Verſuche, für die einzelnen Sprachen Nationalkunſtſprachen zu erſinnen, und ſo ſehen wir noch 1814 einen ausgezeichneten Phyſiker mit einer chemiſchen Nomenclatur für die Völker germaniſchen Stammes hervortreten, worin, nicht allzuglücklich gewählt, Eld (von dem däniſchen Ild, Feuer) für Sauerſtoff, Eldluft für Sauerſtoffgas, elden für oxydiren, ähnlich brint (von brennen) für Waſſerſtoffgas, Aesch für Alkali, äschig, Aeschigkeit u. ſ. w. vorkamen.

Mit Uebergehung aller ſolcher Verſuche haben wir hier nur noch der Nomenclatur zu erwähnen, welche im Geiſte der Lavoiſier'ſchen dieſe allen den Fortſchritten anpaßte, welche die Wiſſenſchaft im Laufe der Zeit gemacht hatte. Es iſt dies die Berzelius'ſche, und da ſie noch immer die allgemein angewandte iſt, ſo haben wir von ihr nur die Zeit ihrer Einführung in die Wiſſenſchaft zu bemerken. Berzelius' Nomenclatur, die bei bedeutenden inneren Vorzügen ſich auch deßhalb ſo bald verbreitet hat, weil ſie zunächſt in lateiniſcher Sprache abgefaßt und deßhalb allen Chemikern zugänglich war, wurde von ihm zuerſt 1811 aufgeſtellt, bei Gelegenheit, daß ihm die Beſorgung einer neuen Ausgabe der ſchwediſchen Pharmacopoe übertragen war. Die Abhandlung, worin er ſeine Anſichten darüber ausſprach, wurde in dem Journal de physique 1811 veröffentlicht, und enthielt bereits vollſtändig die Grundlage der Benennungsmethode, welche ſeitdem mit ſo viel Vortheil auf die neu entdeckten Verbindungen angewandt worden iſt. Durch die richtigere Bezeichnung der verſchiedenen Verbindungsſtufen wurden auch bald die früheren vageren Benennungen

Digitized by Google

(z. B. die von Thomſon 1804 für die verſchiedenen Oxydationsſtufen vorgeſchlagenen: Protoxyd, Deutoxyd, Peroxyd ꝛc.) verdrängt. Eine weitere Ausführung der Berzelius'ſchen Nomenclatur gehört nicht hierher.

Geſchichte der chemiſchen Zeichen.

Wie die chemiſche Nomenclatur waren auch die chemiſchen Zeichen der Ausdruck des chemiſchen Wiſſens. In einer dunkeln Zeit die wenigen und geheim gehaltenen chemiſchen Kenntniſſe unter einer myſtiſchen Form verbergend, in ſpäterer Zeit ungeordnete empiriſche Thatſachen ebenſo verworren und empiriſch darſtellend, wurden endlich die Zeichen bei genauerer Einſicht in die chemiſchen Erſcheinungen rationeller, einfacher und bequemer, dabei vielſagender und fähig, complicirtere Anſichten auszudrücken. Wir wollen die verſchiedenen Phaſen der chemiſchen Zeichenlehre verfolgen, ſoweit irgend mit hiſtoriſcher Gewißheit ſich über ihren Gebrauch aburtheilen läßt.

Aelteſte chemiſche Zeichen.

Die erſte Einführung beſtimmter Zeichen für gewiſſe Subſtanzen geht indeß hinter die Zeit hinaus, über welche wir noch in der Chemie beſtimmte Nachrichten haben; ſie fällt mit einer beſonderen Nomenclatur zuſammen. Die Metalle waren es zuerſt, welche man mit ſolchen Zeichen belegte, und für die 7 Metalle, welche man ſeit langer Zeit als ſolche kannte, mochte ſchon früh der Vergleichung halber die Beilegung der Namen und Zeichen der 7 Planeten paſſend erſcheinen. Wann, und bei den Chemikern welchen Volkes dies zuerſt geſchehen iſt, darüber herrſcht gänzliche Ungewißheit. Die früheren Chemiker, welche bemüht waren, den Urſprung der Chemie bis in das graue Alterthum zurückzuverlegen, verſichern, daß bereits die alten Aegypter, daß Hermes ſich der Planetennamen in der Art bedient habe, allein die Beweiſe hierfür mangeln nicht nur, ſondern es erſcheint ſogar gewiß, daß dem nicht ſo ſei (vgl. Geſchichte der Alchemie, Seite 145). Ebenſo zweifelhaft iſt es, ob, wie Boerhave verſichert, die alten Perſer bereits die Metalle nach den Planeten benannt haben.

Die Ungewißheit, wann wirklich eine derartige Benennung und Bezeichnung auf die Metalle angewandt worden iſt, erſtreckt ſich noch viel weiter. In Geber's Schriften finden wir ſie zuerſt nachweisbar durchgeführt und ſogar gewöhnlich gebraucht; rührt die Bezeichnung von Geber ſelbſt her, ſo haben wir ſie als im 8. Jahrhundert ſtattfindend zu betrachten; aber von Geber's Schriften ſind kaum mehr als die lateiniſchen Ueberſetzungen bekannt; es fallen dieſe in das 16. Jahrhundert, und da zu dieſer Zeit der Gebrauch der Planetennamen und Planetenzeichen für die

Digitized by Google

Aelteſte chemiſche Zeichen.

Metalle ſchon ganz gebräuchlich war, ſo iſt es wohl möglich, daß ſich in den Originalien dieſe Bezeichnung nicht findet, obgleich ſie die Ueberſetzer angewandt haben. Wir wiſſen alſo nicht einmal mit Beſtimmtheit, ob Geber für die Metalle ſich der Namen und Zeichen der Planeten bedient habe.

Allgemeiner gebraucht iſt indeß dieſe Bezeichnungsweiſe ſchon von den Alchemiſten des 13. Jahrhunderts; in den Schriften von Raymund Lull kommt ſie oft vor. Von dieſer Zeit an werden lange die Metalle bezeichnet:

Gold	Silber	Queckſilber	Kupfer	Eiſen	Zinn	Blei
☉	☽	☿	♀	♂	♃	♄
Sol	Luna	Mercurius	Venus	Mars	Jupiter	Saturnus.

Ebenſo wenig, als über die Zeit der Einführung dieſer Zeichen, iſt über ihre Bedeutung etwas Sicheres bekannt. Ob ♄ die Senſe des Saturns, ♂ Schild und Speer des Mars, ♀ den Spiegel der Venus bedeutet, und ſomit die Zeichen an Attribute der mythologiſchen Gottheiten erinnern ſollen, oder ob es Abbreviaturen von Namen für dieſe Gottheiten ſind (z. B. das Zeichen der Venus ♀ der erſte Buchſtabe φ ihres Beinamens φωσφόρος, Morgenſtern), läßt ſich jetzt nicht mehr entſcheiden. Die Alchemiſten, von der ſehr zweifelhaften Annahme ausgehend, daß die Zeichen den Metallen zuerſt gegeben, und von dieſen auf die Planeten übertragen worden ſeien, ſuchten darin Andeutungen der chemiſchen Eigenthümlichkeit jedes Metalls; ſie hielten dieſe Zeichen für die Bewahrer hermetiſcher Gelehrſamkeit, welche über die Zuſammenſetzung der Metalle berichten. Mit Eifer wurde daher im 14. bis 17. Jahrhundert discutirt, ob der geſchloſſene Kreis die Vollkommenheit eines Metalls, der Halbkreis den an die Vollkommenheit annähernden Zuſtand eines ſolchen ausdrücke, ob ein Kreuz das Zeichen des der Metallicität Beraubtſeins ſei; und man verſuchte, hieraus auf den Grad der Vollkommenheit der verſchiedenen Metalle zu ſchließen, deren Zeichen alle aus Kreiſen, Halbkreiſen und Kreuzen, zum Theil nur in verſchiedener Stellung zu einander, beſtehen.

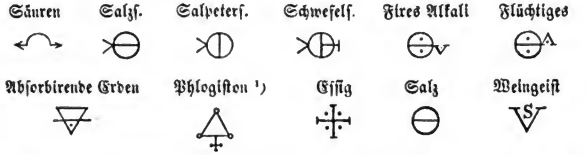
Noch einige andere Zeichen findet man ſeit dem 13. Jahrhundert in der Chemie gebraucht, nämlich die für die vier Ariſtoteliſchen Elemente. Dieſe Bezeichnung

Feuer	Luft	Waſſer	Erde
△	⧋	▽	⧌

Digitized by Google

erhielt ſich lange, namentlich ſieht man das Zeichen des Waſſers noch jetzt manchmal gebraucht.

Dieſe Zeichen wurden mit den oben für die Metalle gegebenen gemeinſchaftlich gebraucht; für eine große Menge anderer Stoffe erfand man andere, ohne daß jedoch eine Uebereinſtimmung der verſchiedenen Chemiker in dieſer Hinſicht nachzuweiſen wäre. Einzelne Zeichen finden ſich zwar bei allen übereinſtimmend gebraucht, ſeit dem 14. Jahrhundert wird z. B. der Schwefel durch ♆ angedeutet. Von der größeren Menge chemiſcher Charaktere, die ſich in den älteren Schriften finden, will ich hier nur die mittheilen, welche Geoffroy 1718 in ſeinen Verwandtſchaftstafeln gebrauchte. Auf die Metalle wendet er noch die oben angegebenen Planetenzeichen an; ſeine anderen Zeichen ſind: Geoffroy's Zeichen.



Solcher Vorſchläge wurden im Laufe des 18. Jahrhunderts mehrere gemacht; wir erwähnen hier nur des von Bergman 1780 vorgeſchlagenen Syſtems chemiſcher Zeichen, welches, obgleich es keineswegs allgemein angenommen wurde, doch wegen der Autorität ſeines Urhebers Beachtung verdient. Bergman ſchlug vor, für analoge Körper ähnliche Zeichen zu wählen, die nur für die beſonderen Subſtanzen durch beſondere Abzeichen zu unterſcheiden ſeien. So ſolle das Zeichen für die vier Elemente und die brennbaren Subſtanzen, wie Schwefel und Phosphor, in einem auf verſchiedene Art ausgezeichneten Dreieck beſtehen, eine Krone ſolle die metalliſchen Subſtanzen (regulos) bezeichnen, ein Kreis die Salze und auch die Alkalien, ein Kreuz endlich die Säuren. Bergman ſelbſt jedoch machte von dieſer Anordnung keine durchgreifende Anwendung; er ließ den Metallen z. B. ihre früheren Charaktere, obgleich dieſe nicht mit ſeiner allgemeinen Bezeichnungsweiſe übereinſtimmen. Bemerkenswerth iſt nur noch, daß ſich bei Bergman der erſte Verſuch von zuſammengeſetzten Zeichen findet, Bergman's Zeichen.

[1]) Principe huileux, soufre principe nach Geoffroy. Vergl. »Phlogiſton« und »Schwefel.«

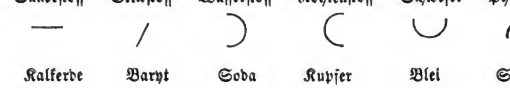
Digitized by Google

welche für Den, der die Bedeutung der einfachen Zeichen kennt, ſogleich die Natur der Verbindung ausdrücken ſollen. Er bezeichnete z. B. die Metalloxyde, indem er dem Zeichen des Metalls das Zeichen des Kalks beifügte; offenbar mehr dem Wortlaut Metallkalk, als ſeiner Anſicht über die Conſtitution dieſer Körper folgend. Ebenſowenig als dieſe Art der Bezeichnung hat indeß Bergman einen andern von ihm angedeuteten Vorſchlag durchgeführt, die Miſchung der Mineralien in der Weiſe ſymboliſch darzuſtellen, daß man die Zeichen oder Anfangsbuchſtaben der damals für einfach gehaltenen Stoffe in der Ordnung neben einander ſtelle, welche den Mengenverhältniſſen, in denen ſie in die Miſchung eingegangen ſind, entſpreche.

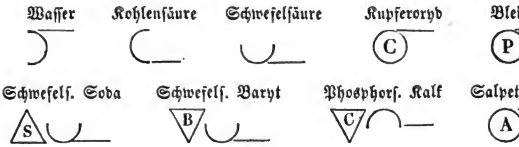
Haſſenfratz's und Adet's Zeichen.

Viel zweckmäßiger war ſchon die Bezeichnungsmethode, welche 1787 von Haſſenfratz und Adet vorgeſchlagen wurde. Sie war der antiphlogiſtiſchen Theorie angepaßt, und enthält mehrere Eigenthümlichkeiten, die wir auch in den ſpäteren Zeichenſyſtemen wiederfinden.

Die einfachen Subſtanzen ſuchten ſie durch möglichſt einfache Zeichen auszudrücken, ähnliche Körper durch ähnliche Zeichen, z. B. alle Metalle durch Kreiſe, welche durch den hineingeſetzten Anfangsbuchſtaben des lateiniſchen Namens des Metalls unterſchieden werden ſollten, alle Alkalien und Erden ebenſo durch verſchieden geſtellte Dreiecke u. ſ. w. Z. B.



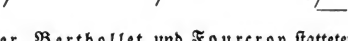
Dieſe Zeichen ſollten nun zuſammengeſetzt die Zeichen der Verbindungen geben. Es entſtanden alſo z. B. folgende Zeichen:



Man ſieht, daß dieſe Zeichen mindeſtens weit vollkommener waren, als alle früheren. Haſſenfratz und Adet begnügten ſich nicht, mit

Digitized by Google

ihren Zeichen die qualitative Zuſammenſetzung auszudrücken, ſondern ſie verſuchten ſogar, für Verbindungen aus denſelben Beſtandtheilen in verſchiedenen Verhältniſſen Zeichen zu geben, welche durch die verſchiedene Stellung zu einander die verſchiedene quantitative Zuſammenſetzung andeuten ſollten. Wie ſie dies auszuführen gedachten, ergiebt ſich am beſten aus folgendem Beiſpiele für verſchiedene Oxydationsſtufen des Stickſtoffs bis zur Salpeterſäure: Haſſenfratz's und Aber's Zeichen.



Lavoiſier, Berthollet und Fourcroy ſtatteten 1787 der Pariſer Akademie über dieſen Vorſchlag Bericht ab, und empfahlen ihn; doch fand er keine allgemeinere Anwendung, und in bunter Verwirrung wurden noch lange von den Chemikern die verſchiedenartigſten und ſinnloſeſten Zeichen gebraucht.

Der nächſte Vorſchlag in dieſer Beziehung wurde von Dalton gemacht, und ſeine Bezeichnungsmethode verdient um ſo mehr unſere Aufmerkſamkeit, da ſie uns zugleich ſeine Anſichten über die Atomconſtitution mehrerer Verbindungen kennen lehrt.

Rufen wir uns das Seite 370 ff. und 388 ff. dieſes Theiles über Dalton's ſtöchiometriſche Arbeiten und Anſichten über die Atome Geſagte in's Gedächtniß zurück. Dalton bezeichnete nun (1808 in ſeinem New System of Chemical Philosophy) die Atome der verſchiedenen Elemente durch Kreiſe (um die angenommene ſphäriſche Geſtalt derſelben auszudrücken), die durch mancherlei Merkmale unterſchieden waren. Ein ſolches Zeichen für Ein Atom eines Elements drückt alſo einmal die Art deſſelben und dann auch noch die Schwere deſſelben (nach ſeiner Tabelle Seite 372) aus; die Verbindungen entſtehen durch Aneinanderlagern der Atome, und die im Folgenden dafür gegebenen Dalton'ſchen Zeichen geben nicht allein die qualitative Zuſammenſetzung, ſondern auch die quantitative. Folgende ſind einige damals von Dalton gegebene Zeichen: Dalton's Zeichen.

Einfache Stoffe:

Waſſerſtoff	Stickſtoff	Kohlenſtoff	Sauerſtoff	Schwefel	Phosphor
⊙	◑	●	○	⊕	⊛

Kalk	Kali	Baryt	Zink	Kupfer	Platin
⊙	◍	⊗	(Z)	(C)	(P)

Digitized by Google

Dalton's Zeichen.

Verbindungen:

Waſſer	Ammoniak	Stickoxyd	Oelerzeugendes Gas	Kohlenoxyd
Stickoxydul	**ſalpetrige Säure**	**Kohlenſäure**	**Kohlenwaſſerſtoff**	
Salpeterſäure	**Schwefelſäure**	**Schwefelwaſſerſtoff**	**Eſſigſäure**	

Dieſe Zeichen geben uns hinlänglich zu erkennen, in welcher Art Dalton ſeine Bezeichnungsweiſe durchzuführen gedachte, und zugleich, auf welcher Stufe der Vollkommenheit zu jener Zeit die Kenntniß der Atomconſtitution für zuſammengeſetztere Verbindungen ſtand.

Berzelius' Zeichen.

Offenbar konnten Dalton's Zeichen, wenn auch für einfachere Verbindungen genügend, für complicirtere nicht angewandt werden. Berzelius hat das Verdienſt, zuerſt eine Bezeichnungsweiſe eingeführt zu haben, welche wirklich die Aufſtellung chemiſcher Formeln zuließ. Dieſe kam ſchon ſeit dem Jahre 1815 in Gebrauch; ihre Einrichtung iſt zu bekannt, als daß ſie hier einer Erläuterung bedürfte; nur iſt zu bemerken, daß viele Formeln vor 1826 anders geſchrieben wurden, als dies jetzt der Fall iſt. Ich habe ſchon oben, Seite 397, bemerkt, daß Berzelius früher für viele Metalle andere Atomgewichte annahm, als ſpäter, und die beiden Tabellen Seite 383 zeigen dies deutlich. Nach der Tabelle von 1815 ſchrieb demgemäß Berzelius:

Kupferoxydul	Kupferoxyd	Bleioxyd	Kohlenſ. Kalk	Schwefelſ. Kupferoxyd
Ċu	Ċu	Ṗb	Ċa C̈^{2}	Ċu S̈^{2} + 10H^{2}O

während er 1826 dieſelben Verbindungen ſchrieb:

Ċu	Ċu	Ṗb	Ċa C̈	Ċu S̈ + 5Ḣ

Die abgekürzten mineralogiſchen Formeln führte Berzelius ſchon 1814 ein.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS.

Digitized by Google

Digitized by Google